



TUGAS AKHIR – RC 09-1501

**ANALISA WAKTU DAN BIAYA PENGGUNAAN  
ALAT BERAT PADA PEMBANGUNAN GEDUNG  
CONDOTEL PROYEK SAHID JOGJA LIFESTYLE  
DI YOGYAKARTA**

ARDIANA PURWORINI  
NRP. 3113 106 019

Dosen Pembimbing  
Supani, ST.MT

JURUSAN TEKNIK SIPIL  
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember  
Surabaya 2016



---

TUGAS AKHIR – RC 09-1501

**ANALISA WAKTU DAN BIAYA PENGGUNAAN ALAT  
BERAT PADA PEMBANGUNAN GEDUNG CONDOTEL  
PROYEK SAHID JOGJA LIFESTYLE DI  
YOGYAKARTA**

ARDIANA PURWORINI  
NRP. 3113 106 019

Dosen Pembimbing  
Supani, ST.MT

JURUSAN TEKNIK SIPIL  
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember



---

FINAL PROJECT – RC14-1501

**TIME AND COST ANALYSIS OF HEAVY EQUIPMENT FOR  
USE IN BUILDING PROJECTS CONDOTEL SAHID JOGJA  
LIFESTYLE IN YOGYAKARTA**

ARDIANA PURWORINI  
NRP. 3113 106 019

Supervisor  
Supani ST., MT.

DEPARTMENT OF CIVIL ENGINEERING  
Faculty of Civil Engineering and Planning  
Sepuluh Nopember Institute of Technology

**ANALISA WAKTU DAN BIAYA PENGGUNAAN  
ALAT BERAT PADA PEMBANGUNAN GEDUNG  
CONDOTEL PROYEK SAHID JOGJA LIFESTYLE  
DI YOGYAKARTA**

**TUGAS AKHIR**

Diajukan untuk Memenuhi Salah Satu Syarat  
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik  
pada  
Program Studi S-1 Lintas Jalur Jurusan Teknik Sipil  
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh :

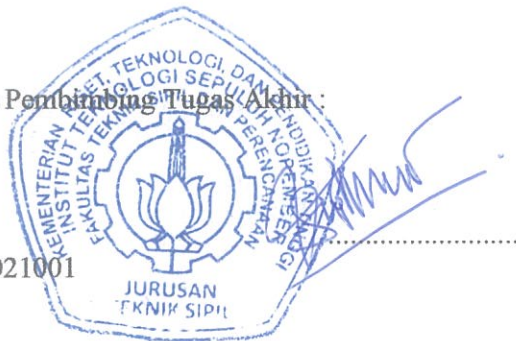
**ARDIANA PURWORINI**

NRP. 3113 106 019

Disetujui oleh Dosen Pembimbing Tugas Akhir :

**Supani, ST. MT**

NIP. 197202141998021001



**SURABAYA  
JULI, 2016**

# **ANALISA WAKTU DAN BIAYA PENGGUNAAN ALAT BERAT PADA PEMBANGUNAN GEDUNG CONDOTEL PROYEK SAHID JOGJA LIFESTYLE DI YOGYAKARTA**

**Nama Mahasiswa** : Ardiana Purworini  
**NRP** : 3113106019  
**Jurusan** : Teknik Sipil FTSP – ITS  
**Dosen Pembimbing** : Supani, ST., MT.

## **Abstrak**

*Pada pelaksanaan suatu proyek, alat berat memegang peranan penting karena dapat mempermudah dan membantu pekerja dalam menyelesaikan proyek terutama untuk proyek dengan skala besar. Alat berat yang akan digunakan pada suatu proyek harus dianalisa untuk optimalisasi waktu dan biaya pelaksanaan proyek. Peralatan berat yang digunakan pada Tugas akhir ini meliputi alat berat untuk pekerjaan basement dan pekerjaan struktur seperti wheel loader, excavator, dump truck, bore machine, tower crane, concrete pump dan truk mixer.*

*Penelitian ini dilakukan untuk menganalisa kebutuhan pemakaian alat berat meliputi analisa produktivitas alat berat, waktu pelaksanaan dan perhitungan biaya peralatan. Khusus untuk tipe alat berat sudah ditentukan terlebih dahulu..Alat berat yang digunakan pada eksisting yaitu Excavator Caterpillar 320d, Dump Truk Mitshubishi FE 73HD, Wheel Loader Komatsu WF350-3, Bore Pile Machine Kobelco BM500, Tower Crane Tengda TC6018, Concrete Pump IPF90B-5N21, Truk Mixer Hino 7m.<sup>3</sup>. Waktu pelaksanaan ditentukan dari beban kerja alat dan produktivitas dari peralatan yang digunakan. Sedangkan biaya pelaksanaan yang diperhitungkan adalah biaya sewa, biaya mobilisasi dan demobilisasi, dan biaya operasi seperti bahan bakar, pelumas, dan operator.*

*Dari hasil perhitungan menunjukkan bahwa alat berat yang dibutuhkan yaitu 1 unit Excavator Kobelco SK-200, 12 unit*

*Dump Truk Nissan CWA 18T, 1 unit Wheel Loader CAT 950H, 1 unit Tower Crane Potain MC 310 k12, 1 Concrete Pump Zoomlion 36X-5Z, 679 unit Truk Mixer, dan 1 unit Bore Machine Jove JVR 180D. Besarnya biaya penggunaan alat berat tersebut yaitu Rp. 5.888.343.100,00 dengan total waktu penyelesaian yaitu 361 hari.*

***Kata kunci : Alat Berat, Produktivitas, Waktu dan Biaya***

# **TIME AND COST ANALYSIS OF HEAVY EQUIPMENT FOR USE IN BUILDING PROJECTS CONDOTEL SAHID JOGJA LIFESTYLE IN YOGYAKARTA**

**Student's Name** : Ardiana Purworini  
**Student's Number** : 3113106019  
**Department** : Teknik Sipil FTSP – ITS  
**Supervisor Lecture** : Supani, ST., MT.

## ***Abstract***

*On project implementation, heavy equipment have an important role because it can make it easier and help the workers to complete his work especially for large scale project. Utilization of heavy equipment should be analize to optimized the time and cost . In this research, the heavy equipments are applied to perform basement structure such as wheel loader, excavators, dump trucks, bore machine, tower crane, concrete pump and mixer trucks.*

*This research done to analyze the requirement of the usage of heavy equipment includes the productivity analysis, to calculate the time and the cost. The Specification of heavy equipment has been determined in advance. Heavy equipment is used on existing is Excavators Caterpillar 320d, Dump Truck Mitsubishi FE 73HD, Wheel Loader Komatsu WF350-3, Bore Pile Machine Kobelco BM500, Tower Crane Tengda TC 6018, Concrete Pump IPF90B said MU-5N21, Truck Mixer Hino 7m. The implementation of time determined from the workload of the appliance and the productivity of the company of the equipment that is used. While the cost of the mobilisation and demobilisation, and operating costs such as fuel, lubricants and operator.*

*The result of the calculation shows that heavy equipment needed 1 unit Excavators Kobelco SK-200, 12 units Dump Truck Nissan CWA 18T, 1 units of CAT Wheel Loader 950H, 1 unit Tower Crane Potain MC 310 k12, 1 Concrete Pump Zoomlion 36X-5Z, 994 units Truck Mixer and 1 unit Bore Machine Jove JVR 180D. The greatness of the cost of the use of heavy equipment is Rp 5.888.343.100,00 with total time settlement of 361 days.*

***Keywords: Heavy Equipment, Productivity, Time and Cost***



## DAFTAR ISI

<b>Halaman Judul</b>	
<b>Abstrak</b>	<b>i</b>
<b>Kata Pengantar</b>	<b>v</b>
<b>Daftar Isi</b>	<b>vii</b>
<b>Daftar Gambar</b>	<b>xi</b>
<b>Daftar Tabel</b>	<b>xiii</b>
<b>BAB I Pendahuluan</b>	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah	2
1.3 Tujuan	2
1.4 Batasan Masalah	3
1.5 Manfaat	3
<b>BAB II Tinjauan Pustaka</b>	<b>5</b>
2.1 Sifat Fisik Material	5
2.1.1 Perubahan Kondisi Material	5
1. Keadaan Asli ( <i>Bank Condition</i> )	6
2. Keadaan Lepas ( <i>Loose Condition</i> )	6
3. Keadaan Padat ( <i>Compact Condition</i> )	7
2.2 Pengenalan Diafragma Wall	9
2.3 Metode Pelaksanaan	10
2.3.1 Metode <i>Bottom-Up</i>	11
2.3.2 Metode <i>Bottom-Up</i>	12
2.4 Alat Berat	13
2.4.1 <i>Wheel Loader</i>	14
2.4.2 <i>Bore Machine</i>	15
2.4.3 <i>Excavator</i>	17
2.4.4 <i>Dump Truck</i>	17
2.4.5 <i>Tower Crane</i>	21
2.4.6 <i>Concrete Pump</i>	25
2.4.7 <i>Truk Mixer</i>	25
2.5 Taksiran Faktor Koreksi Produksi	26

1.	Faktor Efisiensi Waktu.....	27
2.	Faktor Efisiensi Kerja .....	27
3.	Faktor Efisiensi Operator .....	28
4.	Faktor Ketersediaan Alat .....	28
2.6	Biaya Operasional Alat Berat.....	29
2.7	Penjadwalan Proyek.....	31
<b>BAB III</b>	<b>Metodologi Penelitian.....</b>	<b>35</b>
3.1	Umum .....	35
3.2	Tahapan Penelitian.....	35
3.3	Pengumpulan Data .....	35
3.4	Analisa Data.....	36
3.4.1	Menghitung Produktivitas dan Kebutuhan Alat.....	38
3.4.2	Penentuan Tipe dan Jenis Alat Berat .....	38
3.4.3	Penjadwalan Alat Berat.....	39
3.4.4	Menghitung Biaya Operasional Alat Berat .....	39
<b>BAB IV</b>	<b>Metode Pelaksanaan.....</b>	<b>41</b>
4.1	Umum .....	41
4.2	Gambaran Umum Proyek.....	41
4.2.1	Data Teknis Proyek.....	43
4.2.2	<i>Work Breakdown Structure (WBS)</i> .....	43
4.3	Gambaran Peralatan Berat Pada Kondisi Eksisting .....	45
4.4	Pemilihan Alat Berat.....	46
4.4.1	Metode Kerja <i>Bore Pile Machine</i> .....	47
4.4.2	Metode Kerja <i>Excavator</i> dan <i>Dump Truck</i> .....	49
4.4.3	Metode Kerja <i>Wheel Loader</i> .....	50
4.4.4	Metode Kerja <i>Tower Crane</i> .....	50
4.4.4.1	Rencana Penempatan <i>Tower Crane</i> .....	50
4.4.4.2	Pekerjaan Struktur Dengan <i>Tower Crane</i> .....	52
4.4.5	Metode Kerja <i>Concrete Pump</i> dan <i>Truk Mixer</i> .....	56
4.4.5.1	Pekerjaan Pengecoran Dengan <i>Concrete Pump</i> .....	56
4.4.5.2	Pekerjaan Pengecoran Dengan <i>Truk Mixer</i> .....	57
4.4.5.3	Metode Pelaksanaan Pada <i>Basement</i> .....	58

<b>BAB V</b>	<b>Perhitungan Alat Berat</b> .....	65
5.1	Umum .....	65
5.2	Perhitungan Produktivitas dan Waktu Pelaksanaan Peralatan.....	65
5.2.1	Perhitngan Produktivitas <i>Excavator</i> Tipe Kobelco SK-200 .....	65
5.2.2	Perhitngan Produktivitas <i>Dump Truck</i> Tipe Nissan CWA 18T.....	81
5.2.3	Perhitngan Produktivitas <i>Wheel Loader</i> Tipe CAT 950H.....	75
5.2.4	Perhitngan Produktivitas <i>Tower Crane</i> Tipe Potain MC 310 k12 .....	86
5.2.5	Perhitngan Produktivitas <i>Concrete Pump</i> Tipe Zoomlion 36X-5Z.....	102
5.2.6	Perhitngan Produktivitas <i>Truk Mixer</i> Tipe Nissan.....	107
5.2.7	Perhitngan Produktivitas Alat Bor ( <i>Bore Machine</i> ) Tipe Jove JVR180D.....	113
5.2.7.1	Produktivitas Pengeboran Untuk Diafragma Wall.....	122
5.2.8	Siklus Pekerjaan Pengecoran Dengan Alat Berat <i>Tower Crane</i> dan <i>Truk Mixer</i> .....	123
5.2.8.1	Kombinasi <i>Tower Crane</i> dan <i>Truk Mixer</i> Untuk Pekerjaan Pengecoran .....	124
5.2.9	Siklus Pekerjaan Pengecoran Dengan Alat Berat <i>Concrete Pump</i> dan <i>Truk Mixer</i> .....	126
5.2.9.1	Kombinasi <i>Concrete Pump</i> dan <i>Truk Mixer</i> Untuk Pekerjaan Pengecoran .....	127
5.3	Perhitungan Biaya Pelaksanaan Penggunaan Peralatan Berat.....	128
5.3.1	Biaya Pelaksanaan Penggunaan <i>Excavator</i> .....	129
5.3.2	Biaya Pelaksanaan Penggunaan <i>Dump Truck</i> .....	130
5.3.3	Biaya Pelaksanaan Penggunaan <i>Wheel Loader</i> .....	131
5.3.4	Biaya Pelaksanaan Penggunaan <i>Tower Crane</i> .....	132
5.3.5	Biaya Pelaksanaan Penggunaan <i>Concrete Pump</i> .....	135
5.3.6	Biaya Pelaksanaan Penggunaan <i>Truk Mixer</i> .....	136
5.3.7	Biaya Pelaksanaan Penggunaan <i>Bore Machine</i> .....	140

5.3	Penjadwalan Alat Berat.....	143
<b>BAB VI Kesimpulan dan Saran .....</b>		<b>145</b>
6.1	Kesimpulan .....	145
6.2	Saran .....	146

## **Daftar Pustaka**

## **Lampiran**

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Swelling Factor.....	7
Tabel 2.2	Faktor Konversi Volume Tanah / Material.....	9
Tabel 2.3	Waktu Tetap (Z) Berdasarkan Metode Pemuatan dan Jenis Transmisi.....	15
Tabel 2.4	Kapasitas Angkat <i>Tower Crane</i> .....	23
Tabel 2.5	Efisiensi Waktu Berdasarkan Kondisi Kerja .....	27
Tabel 2.6	Nilai Efisiensi Kerja Alat.....	28
Tabel 2.7	Nilai Efisiensi Operator .....	28
Tabel 4.1	Peralatan Berat Pada Eksisting.....	45
Tabel 4.2	Peralatan Berat Yang Direncanakan.....	46
Tabel 5.1	Spesifikasi Excavator Kobelco SK-200.....	66
Tabel 5.2	Bucket Factor.....	67
Tabel 5.3	Standart Cycle Time Excavator .....	68
Tabel 5.4	Kedalaman dan Kondisi Penggalian Excavator .....	68
Tabel 5.5	Faktor Efisiensi Kerja.....	69
Tabel 5.6	Faktor Efisiensi Waktu .....	69
Tabel 5.7	Faktor Efisiensi Operator.....	69
Tabel 5.8	Waktu Dumping dan Persiapan Loading.....	76
Tabel 5.9	Kombinasi Dump Truck dan Excavator .....	80
Tabel 5.10	Spesifikasi Wheel Loader .....	75
Tabel 5.11	Blade Factor Untuk Wheel Loader .....	81
Tabel 5.12	Faktor Efisiensi Kerja Wheel Loader .....	82
Tabel 5.13	Produksi Per Siklus Tower Crane.....	87
Tabel 5.14	Penentuan Posisi Pekerjaan Pengecoran Kolom .....	92
Tabel 5.15	Waktu Angkat Pengecoran Kolom Tower Crane .....	96
Tabel 5.16	Waktu Kembali Pengecoran Kolom Tower Crane .....	97

Tabel 5.17	Waktu Siklus Pengecoran Kolom Tower Crane.....	98
Tabel 5.18	Waktu Pelaksanaan Pengecoran Kolom Tower Crane .....	100
Tabel 5.19	Waktu Total Pelaksanaan Penggunaan Tower Crane .....	101
Tabel 5.20	Spesifikasi Concrete Pump .....	103
Tabel 5.21	Tabel Nilai Efisiensi Kerja .....	105
Tabel 5.22	Perhitungan Delivery Capacity Zona 1 .....	105
Tabel 5.23	Perhitungan Delivery Capacity Zona 2 .....	105
Tabel 5.24	Perhitungan Waktu Pelaksanaan Concrete Pump.....	107
Tabel 5.25	Perhitungan Kebutuhan Truk Mixer Lt B1 sampai Lt 3.....	111
Tabel 5.26	Perhitungan Kebutuhan Truk Mixer Lt 4 sampai Lt atap.....	112
Tabel 5.27	Spesifikasi Bore Machine .....	113
Tabel 5.28	Pencatatan Durasi Pengeboran.....	114
Tabel 5.29	Produktivitas Pengeboran .....	116
Tabel 5.30	Kombinasi Bore Machine, Dump Truk dan Excavator Untuk Pengeboran.....	121
Tabel 5.30	Perhitungan Biaya Pemakaian Excavator .....	129
Tabel 5.31	Perhitungan Biaya Pemakaian Dump Truk.....	130
Tabel 5.32	Perhitungan Biaya Pemakaian Wheel Loader.....	131
Tabel 5.33	Perhitungan Biaya Pemakaian Tower Crane.....	135
Tabel 5.34	Biaya Sewa Concrete Pump.....	135
Tabel 5.35	Perhitungan Biaya Pemakaian Concrete Pump .....	136
Tabel 5.36	Perhitungan Biaya Pemakaian Truk Mixer.....	138

Tabel 5.37	Perhitungan Biaya Pemakaian Bore Machine .....	142
Tabel 5.38	Rekapitulasi Biaya Penggunaan Alat Berat .....	143
Tabel 5.39	Penjadwalan Alat Berat .....	143

**Halaman ini sengaja dikosongkan**



## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Kedaaan Material dalam <i>Earth Moving</i> .....	6
Gambar 2.2	<i>Diafragma Wall</i> .....	10
Gambar 2.3	<i>Wheel Loader</i> .....	14
Gambar 2.4	<i>Bore Machine</i> .....	16
Gambar 2.5	<i>Excavator</i> .....	17
Gambar 2.6	<i>Dump Truck</i> .....	21
Gambar 2.7	<i>Tower Crane</i> .....	22
Gambar 2.8	<i>Concrete Pump</i> .....	25
Gambar 2.9	<i>Truk Mixer</i> .....	26
Gambar 2.10	Lambang Kegiatan.....	32
Gambar 3.1	Bagan Alir Penelitian.....	37
Gambar 4.1	Peta Lokasi Proyek Sahid Jogja Lifestyle.....	42
Gambar 4.2	Siteplan Proyek Sahid Jogja Lifestyle .....	42
Gambar 4.3	<i>Work Breakdown Struckture</i> Proyek Condotel Sahid Jogja Lifestyle .....	44
Gambar 4.4	Pengangkutan Tanah Hasil Galian Ke Area Pembuangan.....	49
Gambar 4.5	<i>Layout</i> Posisi Tower Crane.....	54
Gambar 4.6	Proses <i>Hoisting</i> Atau Pengangkatan.....	54
Gambar 4.7	Proses <i>Slewing</i> Atau Putar.....	54
Gambar 4.8	Proses <i>Trolley</i> Atau Jalan .....	55
Gambar 4.9	Proses <i>Landing</i> Atau Turun.....	55
Gambar 4.10	Gambaran Metode Pelaksanaan D-Wall.....	59
Gambar 4.11	Peralatan Untuk Pekerjaan D-Wall.....	60
Gambar 4.12	Denah Basement dan Diafragma Wall .....	60
Gambar 4.13	D-Wall Tahap 1 .....	61
Gambar 4.14	D-Wall Tahap 2 .....	62
Gambar 4.15	D-Wall Tahap 3 .....	62
Gambar 5.1	Pekerjaan Galian Tanah Dengan <i>Excavator</i> dan <i>Dump Truck</i> .....	71
Gambar 5.2	Proses Perakitan <i>Tower Crane</i> .....	88

Gambar 5.3	Posisi <i>Tower Crane</i> Pada Saat Pengecoran Kolom Lantai 7 As P-11 .....	90
Gambar 5.4	Grafik <i>Delivery Capacity</i> .....	104
Gambar 5.5	Proses Pengecoran Beton <i>Readymix</i> .....	110
Gambar 5.6	Proses pengeboran Pondasi Dengan <i>Bore Machine</i> .....	117
Gambar 5.7	Penjadwalan Alat Berat .....	144

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Daerah Istimewa Yogyakarta sebagai pusat kegiatan politik, ekonomi, sosial dan budaya berkembang pesat setelah dua abad terakhir. Dengan kemajuan teknologi yang ditandai dengan berkembangnya berbagai industri membuat kota – kota tumbuh dengan pesat, termasuk kota Yogyakarta. Pertumbuhan ini ditandai oleh dibangunnya gedung baik untuk pemukiman, pelayanan publik, maupun kegiatan industri, sarana dan prasarana transportasi dan komunikasi.

Sebagian besar perekonomian di Yogyakarta di sokong oleh perdagangan dan pariwisata. Meningkatnya jumlah pengunjung dan pendatang di kota Yogyakarta dapat memberikan peluang usaha yang besar. Pembangunan proyek Sahid Jogja Lifestyle merupakan peluang usaha yang sangat besar, pembangunan terdiri dari Mall, Condotel, Apartmen dan Hotel akan menjadi daya tarik destinasi wisata baru untuk mendatangkan wisatawan ke Yogyakarta.

Penggunaan alat berat pada pelaksanaan suatu proyek sangat penting karena dapat membantu pekerja dalam menyelesaikan pembangunan proyek dengan cepat dan efisien. Dengan memilih dan menghitung produktivitas alat berat yang akan digunakan, membuat rencana jadwal pelaksanaan, dan menghitung biaya penggunaan alat berat dengan sebaik mungkin maka pelaksanaan pekerjaan akan sesuai dengan perencanaan yang efisien dan optimal.

Pekerjaan pada gedung condotel proyek properti seperti Sahid Jogja Lifestyle ini terdiri dari pekerjaan tanah dan pekerjaan struktur. Pada pekerjaan tanah terdapat item pekerjaan galian dan timbunan untuk *basement* 2 lantai serta pekerjaan struktur 8 lantai. Pekerjaan tanah ini membutuhkan penanganan khusus karena berhubungan dengan resiko yang

akan terjadi pada struktur bawah gedung seperti runtuhnya dinding tanah vertikal dan pondasi. Untuk memperoleh hasil yang baik maka dibutuhkan peralatan berat dengan jumlah dan jenis tertentu. Peralatan berat yang digunakan untuk pekerjaan tanah yaitu *excavator* tipe Kobelco SK-200, *wheel loader* tipe Caterpillar 950H, *dump truck* tipe Nissan CWA 18T dan *bore machine* tipe Jove JVR 180D sedangkan untuk pekerjaan struktur alat berat yang digunakan adalah *tower crane* tipe Potain MC 310 K12, *concrete pump* tipe Zoomlion 36X-5Z dan *truk mixer* tipe Nissan. Penggunaan dan pemilihan alat berat dilakukan sebaik mungkin agar mendapatkan hasil yang optimal dan efisiensi pada waktu konstruksi serta biaya yang telah direncanakan.

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisa waktu dan biaya peralatan berat yang digunakan dalam pembangunan gedung condotel proyek Sahid Jogja Lifestyle di kota Yogyakarta.

## 1.2 Perumusan Masalah

Berdasarkan uraian latar belakang di atas, dapat diambil suatu rumusan masalah untuk mendapatkan efisiensi dan produktivitas alat berat sebagai berikut :

1. Berapa jumlah kebutuhan alat berat yang digunakan untuk pekerjaan gedung condotel pada proyek Sahid Jogja Lifestyle di Yogyakarta?
2. Berapa total biaya penggunaan alat berat dan waktu yang dibutuhkan untuk pekerjaan gedung condotel pada proyek Sahid Jogja Lifestyle di Yogyakarta?

## 1.3 Tujuan

Tujuan penulisan Tugas Akhir ini adalah :

1. Menganalisa jumlah alat berat yang dibutuhkan untuk pekerjaan gedung condotel pada proyek Sahid Jogja Lifestyle di Yogyakarta.

2. Menghitung total biaya penggunaan alat berat yang dibutuhkan dan waktu pelaksanaan untuk proyek Sahid Jogja Lifestyle di Yogyakarta.

#### **1.4 Batasan Masalah**

Batasan masalah yang diambil dalam Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut :

1. Perencanaan ini difokuskan pada pekerjaan gedung condotel proyek Sahid Jogja Lifestyle di Yogyakarta
2. Perhitungan alat berat untuk pekerjaan struktur bawah meliputi *excavator, wheel loader, dump truck dan bore machine*
3. Perhitungan alat berat untuk pekerjaan struktur atas meliputi *tower crane, concrete pump dan truk mixer*
4. Perhitungan biaya kebutuhan alat berat berdasarkan pada harga sewa eksisting di lapangan
5. Tipe alat berat sudah ditentukan terlebih dahulu dan tidak dilakukan optimalisasi

#### **1.5 Manfaat**

Manfaat dari penulisan Tugas Akhir ini adalah dapat mengetahui tentang penggunaan alat berat dalam proses pekerjaan suatu gedung yang efisien dan efektif. Selain itu dalam menghitung jumlah kebutuhan alat, penjadwalan serta estimasi biaya dapat dilakukan dengan lebih optimal.

**Halaman ini sengaja dikosongkan**

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Sifat Fisik Material**

Menurut Tenrisukki (2003), material yang berada di permukaan bumi ini sangat beraneka ragam, baik jenis, bentuk, dan sebagainya. Oleh karena itu alat yang dapat dipergunakan untuk memindahkan material juga beraneka ragam. Yang dimaksud dengan material dalam bidang pemindahan tanah (*earth moving*) meliputi tanah, batuan, vegetasi (pohon, semak belukar, dan alang-alang) dimana kesemuanya mempunyai karakteristik dan sifat fisik masing-masing yang berpengaruh besar terhadap alat berat terutama dalam hal :

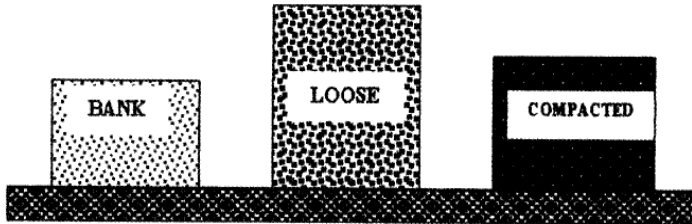
- a. Menentukan jenis alat yang akan digunakan dan taksiran kapasitas produksinya.
- b. Perhitungan volume pekerjaan.
- c. Kemampuan kerja alat pada kondisi material yang ada.

Dengan demikian, harus diperlukan kesesuaian alat dengan kondisi material. Jika tidak, maka akan menimbulkan kesulitan berupa tidak efisiennya alat tersebut sehingga akan menimbulkan kerugian karena banyaknya “*loss time*”.

##### **2.1.1 Perubahan Kondisi Material**

Yang dimaksud dengan perubahan kondisi material adalah perubahan berupa penambahan atau pengurangan volume material (tanah) yang diganggu dari bentuk aslinya. Dari faktor tersebut bentuk material dibagi dalam 3

keadaan seperti ditunjukkan pada Gambar 2.1 (Tenrisukki, 2003).



Gambar 2.1 Keadaan Material Dalam *Earth Moving*

### 1. Keadaan Asli (*Bank Condition*)

Keadaan material yang masih alami dan belum mengalami gangguan teknologi disebut keadaan asli (*bank*). Dalam keadaan seperti ini butiran – butiran yang dikandungnya masih terkonsolidasi dengan baik. Ukuran tanah demikian biasanya dinyatakan dalam ukuran alam atau *bank measure = Bank Cubic Meter* (BCM) yang digunakan sebagai dasar perhitungan jumlah pemindahan tanah (Tenrisukki, 2003).

### 2. Keadaan Lepas (*Loose Condition*)

Keadaan material (tanah) setelah dilakukan pengerjaan (*disturb*), tanah demikian misalnya terdapat di depan dozer blade, di atas truck, di dalam bucket dan sebagian material yang tergali dari tempat asalnya, akan mengalami perubahan volume (mengembang). Hal ini disebabkan adanya penambahan rongga udara di antara butiran - butiran tanah. Ukuran volume tanah dalam keadaan lepas biasanya dinyatakan dalam *loose measure =*



*Loose Cubic Meter* (LCM) yang besarnya sama dengan  $BCM + \% \text{ swell} \times BCM$  dimana faktor “swell” tergantung jenis tanah. Dengan demikian dapat dimengerti bahwa LCM mempunyai nilai yang lebih besar dari BCM (Tenrisukki, 2003).

### 3. Keadaan Padat (*Compact Condition*)

Menurut Tenrisukki (2003) keadaan padat adalah keadaan tanah setelah ditimbun kembali dengan disertai usaha pemadatan. Keadaan ini akan dialami oleh material yang mengalami proses pemadatan (pemampatan). Perubahan volume terjadi karena adanya penyusutan rongga udara di antara partikel – partikel tanah tersebut. Dengan demikian volumenya berkurang, sedangkan beratnya tetap. Volume tanah setelah diadakan pemadatan, mungkin lebih besar atau mungkin juga lebih kecil dari volume dalam keadaan bank, hal ini tergantung dari usaha pemadatan yang dilakukan. Ukuran volume tanah dalam keadaan padat biasanya dinyatakan dalam *compact measure* = *Compact Cubic Measure* (CCM). Sebagai gambaran berikut disajikan tabel mengenai faktor kembang tanah :

Tabel 2.1 Swelling Factor

Jenis Tanah	Swell (% BM)
Pasir	5 - 10
Tanah Permukaan	10 - 25
Tanah Biasa	20 - 45
Lempung (clay)	30 - 60
Batu	50 - 60

*Sumber : Tenrisukki (2003)*

Perlu diketahui bahwa angka – angka yang tertera pada Tabel 2.1 di atas tidak pasti tergantung dari berbagai faktor yang dijumpai secara nyata di lapangan. Selain itu perlu diketahui faktor tanah yang dapat berpengaruh terhadap produktivitas alat berat yaitu berat material, kekerasan, dan daya ikat (*cohesivity*). Sebagai contoh untuk tabel di atas adalah sebagai berikut :

Tanah biasa pada keadaan asli ( <i>Bank</i> )	: 1 m <sup>3</sup>
Swell 20% - 45% (tanah biasa)	: 0.2 – 0.45 m <sup>3</sup>
Volume dalam keadaan lepas ( <i>Loose</i> )	: 1.2 – 1.45 m <sup>3</sup>

Dalam perhitungan produksi, material yang didorong atau digusur dengan menggunakan *blade*, yang dimuat dengan *bucket* atau *vessel*, kemudian dihampar adalah dalam kondisi gembur. Untuk menghitung volume tanah yang telah diganggu dari bentuk aslinya, dengan melakukan penggalan material tersebut, atau melakukan pemadatan dari material yang sudah gembur ke padat, perlu dikalikan dengan suatu faktor yang disebut “faktor konversi” yang dapat dibaca dengan mudah pada Tabel 2.2

Tabel 2.2 Faktor Konversi Volume Tanah / Material

Jenis Material	Kondisi Awal	Perubahan Kondisi Berikutnya		
		Kondisi Awal	Kondisi Gembur	Kondisi Padat
Sand / Tanah Berpasir	(A)	1.00	1.11	0.99
	(B)	0.90	1.00	0.80
	(C)	1.05	1.17	1.00
Sand Clay / Tanah Biasa	(A)	1.00	1.25	0.90
	(B)	0.80	1.00	0.72
	(C)	1.11	1.39	1.00
Clay / Tanah Liat	(A)	1.00	1.25	0.90
	(B)	0.70	1.00	0.63
	(C)	1.11	1.39	1.00
Gravelly Soil / Tanah Berkerikil	(A)	1.00	1.25	1.08
	(B)	0.85	1.00	0.91
	(C)	0.93	1.59	1.00
Grovels / Kerikil	(A)	1.00	1.18	1.29
	(B)	0.88	1.00	0.91
	(C)	0.97	1.10	1.00
Kerikil Besar dan Padat	(A)	1.00	1.42	1.03
	(B)	0.70	1.00	0.91
	(C)	0.77	1.10	1.00
Pecahan Batu Kapur, Batu Pasir, Cadas Lunak, Sirtu	(A)	1.00	1.65	1.22
	(B)	0.61	1.00	0.74
	(C)	0.82	1.35	1.00
Pecahan Granit, Basalt, Cadas Keras, dan lainnya	(A)	1.00	1.70	1.31
	(B)	0.59	1.00	0.77
	(C)	0.76	1.30	1.00
Pecahan Cadas Broken Rock	(A)	1.00	1.75	1.40
	(B)	0.57	1.00	0.80
	(C)	0.71	1.24	1.00
Ledakan Batu Cadas, Kapur Keras	(A)	1.00	1.80	1.30
	(B)	0.56	1.00	0.72
	(C)	0.77	1.38	1.00

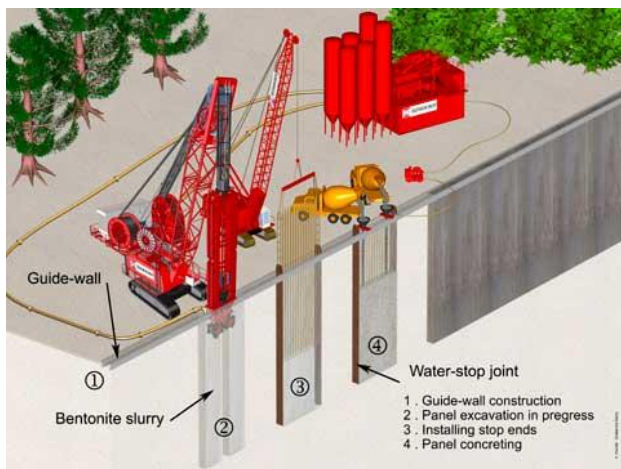
*Sumber : Tenrisukki (2003)*

## 2.2 Pengenalan Diafragma Wall

Diafragma Wall (D-wall) adalah dinding penahan tanah (retaining wall) sekaligus digunakan untuk dinding

lantai *basement* pada struktur bangunan yang memiliki lantai bawah tanah, pengerjaannya dilakukan sebelum melakukan galian tanah dengan cara pengeboran, pemasangan besi kemudian diakhiri dengan pengecoran. Dinding diafragma biasanya didesain sebagai struktur balok atau slab yang ditopang oleh *struts* dan dinding atau slab lantai selama ekskavasi.

Metode ini merupakan alternatif pengganti pekerjaan dinding yang digunakan untuk menahan tanah seperti tiang pancang, turap, terucuk bambu, dll. Selain dalam bentuk cor setempat, struktur dinding diafragma juga bisa dibuat *precast*. Panel-panel dinding bisa dalam bentuk beton pracetak bertulang biasa maupun pratekan.



Gambar 2.2 Diafragma Wall

### 2.3 Metode Pelaksanaan Konstruksi *Basement*

*Basement* merupakan bagian dari sarana sebuah gedung bertingkat. Umumnya luas lantai *basement* menghabiskan areal tanah yang ada. Lantai *basement*

umumnya digunakan untuk balancing gedung diatasnya, ruang parkir kendaraan, dan pendukung utilitas gedung.

Faktor yang menentukan dalam pelaksanaan *basement* merupakan metode konstruksi. Metode konstruksi adalah bagian yang sangat penting dalam proyek konstruksi. Terdapat 2 macam metode pelaksanaan yang dapat diaplikasikan untuk *basement* yaitu metode *bottom-up* dan *top-down*.

### 2.3.1 Metode *Bottom-up*

Metode *bottom-up* adalah metode pemabangunan gedung yang dimulai dari bawah menuju ke atas. Pada metode ini pekerjaan difokuskan pada pembuatan *basement*. Langkah yang dilakukan yaitu melakukan penggalian tanah *basement* sampai elevasi yang direncanakan, kemudian pekerjaan pondasi, dan dilanjutkan pekerjaan kolom balok dan pelat sampai lantai atas.

Urutan metode *bottom-up* :

- a. Penyiapan akses peralatan dan bahan
- b. Penggalian tanah
- c. Pembuatan pondasi
- d. Pembuatan dinding penahan tanah (bila diperlukan)
- e. Pembuatan lantai *basement*
- f. Pembuatan kolom, balok dan pelat lantai berulang sampai dengan lantai paling atas.

Kekurangan metode *bottom-up* :

- a. Pelaksanaan dewatering perlu lebih intensif
- b. Penggunaan konstruksi sementara sangat banyak
- c. Tidak memungkinkan pelaksanaan dengan super struktural secara efisien

Kelebihan metode *bottom-up* :

- a. Sumber daya manusia yang terlatih sudah banyak memadai
- b. Tidak memerlukan teknologi yang tinggi
- c. Teknik pengendalian pelaksanaan konstruksi sudah dikuasai

### 2.3.2 Metode *Top-Down*

Metode *top-down* adalah cara pelaksanaan pembangunan gedung yang memulai pembangunan dari atas ke bawah. Proses pelaksanaan metode ini diawali dengan memasang dinding diafragma, kemudian pondasi dan king post, setelah itu pembuatan plat lantai dasar, dan ke bawah *basement* bersamaan dengan galian. Metode ini dilakukan pada kondisi dimana di sekitar proyek terdapat bangunan yang berdekatan, sehingga dikhawatirkan akan longsor jika menggunakan metode *bottom-up*.

Urutan metode *top-down* :

- a. Memasang dinding diafragma
- b. Memasang pondasi beserta king post
- c. Mengerjakan pelat lantai dasar
- d. Mengerjakan pengerukan dan lantai *basement* dan kolom lantai atas
- e. Mengerjakan lantai *basement* lebih bawah bersamaan lantai lebih atas

Kekurangan metode *top-down* :

- a. Diperlukan peralatan berat yang khusus
- b. Sumber daya manusia terbatas
- c. Diperlukan pengetahuan spesifik untuk mengendalikan proyek

Kelebihan metode *top-down* :

- a. Jadwal pelaksanaan dapat dipercepat

- b. Relatif tidak mengganggu lingkungan
- c. Resiko teknis lebih kecil

## **2.4 Alat Berat**

Alat berat memegang peranan penting dalam pengerjaan proyek konstruksi terutama dengan skala besar. Tujuan penggunaan alat berat tersebut adalah agar memudahkan manusia dalam mengerjakan pekerjaan sehingga sesuai dengan hasil yang diharapkan dan pekerjaan dapat dicapai dengan waktu yang relatif lebih singkat serta memenuhi spesifikasi teknis yang telah dipersyaratkan.

Pada saat suatu proyek akan dimulai, kontraktor akan memilih alat berat yang akan digunakan untuk pengerjaan proyek tersebut. Pemilihan alat berat yang akan dipakai merupakan salah satu faktor penting dalam keberhasilan suatu proyek sehingga dapat berjalan dengan lancar. Salah satu akibat dari kesalahan dalam pemilihan alat berat yaitu mengakibatkan proyek menjadi tidak lancar hingga pembengkakan biaya proyek. Sehingga dalam pemilihan alat berat kita harus memperhatikan klasifikasi alat yang digunakan, faktor-faktor pemilihan peralatan, dan biaya operasional peralatan sehingga didapatkan biaya produksi alat berat dan *time schedule*.

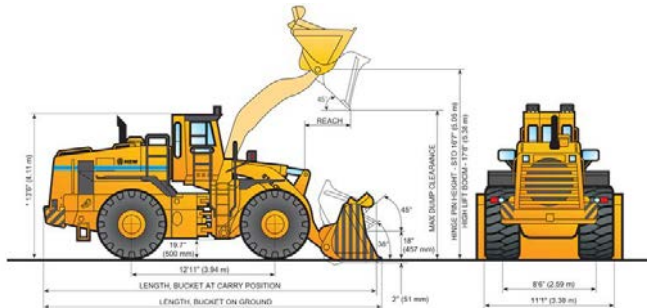
Keuntungan – keuntungan menggunakan alat berat antara lain waktu pekerjaan lebih cepat, tenaga besar, ekonomis, dan mutu hasil kerja lebih baik. Pada penggunaan alat berat yang kurang tepat dengan kondisi lapangan, akan berpengaruh pada rendahnya produksi proyek dengan tidak tercapainya jadwal yang telah ditentukan (Wilopo, 2009).

### 2.4.1 Wheel Loader

*Wheel Loader* adalah suatu alat berat yang mirip dengan *dozer shovel*, tetapi beroda karet (ban) sehingga baik kemampuan maupun kegunaannya sedikit berbeda yaitu : hanya mampu beroperasi di daerah yang keras dan rata, kering tidak licin karena traksi di daerah basah akan rendah, tidak mampu mengambil tanah "*bank*" sendiri atau tanpa dibantu *dozing/stock pilling* terlebih dahulu dengan *bulldozer* (Tenrisukki, 2003).

Metode pemuatan pada alat pemuat/loader wheel loader dikenal 3 macam yaitu :

- I - shape / cross loading*
- V - shape loading*
- Pass loading*, dan metode lain yang jarang digunakan adalah "*load and carry*".



Gambar 2.3 *Wheel Loader*

Untuk menghitung taksiran produksi loading dapat dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut :

$$TP = \frac{KB \times 60 \times FK}{CT} \dots\dots\dots(1)$$



$$TP = \frac{KB \times 60 \times FK}{\left(\frac{J}{F} + \frac{J}{R}\right) n + Z} \dots\dots\dots(2)$$

Keterangan :

TP = Taksiran produksi (m<sup>3</sup>/jam)

FK = Faktor koreksi/Efisiensi kerja

J = Jarak angkut (m)

F = Kecepatan maju (m/menit)

R = Kecepatan mundur (m/menit)

n = n = 1 (cross loading method)

n = 2 (V - shape loading method)

Z = waktu tetap/pindah perseneling

CT = Cycle time

Nilai Z (Waktu tetap) juga dipengaruhi oleh metode yang digunakan, disamping tergantung dari jenis transmisi dari *shovel / loader*. Hal ini dapat dilihat pada Tabel 2.3.

Tabel 2.3 Waktu tetap (Z) Berdasarkan Metode Pemuatan dan Jenis Transmisi

Jenis Transmisi	Waktu Tetap (menit)		
	V-Shave Loading	Cross Loading	Load and Carry
Direct Drive	0,25	0,35	-
Hydroshift	0,20	0,30	-
Torque Flow	0,20	0,30	0,35

Sumber : Tenrisukki (2003)

#### 2.4.2 Bore Machine

Pondasi *bored pile* adalah suatu pondasi yang dibangun dengan cara mengebor tanah terlebih dahulu, baru kemudian diisi tulangan dan dicor. Dipakai apabila tanah dasar kokoh yang mempunyai daya dukung besar terletak sangat dalam, yaitu kurang lebih 15m serta keadaan sekitar

tanah bangunan sudah banyak berdiri bangunan- bangunan besar seperti gedung-gedung bertingkat sehingga dikhawatirkan dapat menimbulkan retak-retak pada bangunan yang sudah ada akibat getaran-getaran yang ditimbulkan kegiatan pemancangan apabila dipakai pondasi tiang pancang.

Alat untuk melaksanakan pekerjaan pondasi *bored pile* adalah *bore machine*. *Bore machine* memiliki berbagai macam tipe yang menghasilkan produktivitas yang berbeda-beda. Perbedaan produktivitas dipengaruhi oleh berbagai faktor, diantaranya tipe mesin, diameter *bored pile*, dan kedalaman lubang *pile*.



Gambar 2.4 *Bore Machine*

Secara umum *bore machine* memiliki bagian-bagian diantaranya adalah *excavator*, *crane*, mesin bor, *auger*, casing, mata bor jenis *auger*, dan alat bantu. Untuk perhitungan produktivitas *bored machine* adalah rasio/perbandingan antara kegiatan (*output*) terhadap masukan (*input*) (a.Pilcher, 1992).

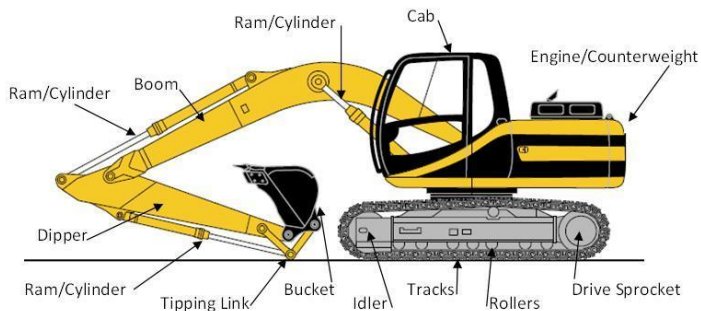
$$\text{Produktivitas} = \frac{\text{Output}}{\text{Input}} \dots\dots\dots(3)$$

Produktivitas merupakan rasio kegiatan (*output*) dan masukan (*input*), dalam penelitian ini yang disebut sebagai *output* adalah kedalaman titik bor yang dibor sedangkan *input* dalam hal ini adalah durasi/waktu. Maka rumus perhitungan produktivitas menjadi :

$$\text{Produktivitas} = \frac{\text{Kedalaman titik bor}}{\text{Durasi}} \dots\dots\dots(4)$$

### 2.4.3 Excavator

Karakteristik penting dari *excavator* adalah pada umumnya menggunakan tenaga *diesel engine* dan *full hydraulic system*. Excavating operation paling efisien adlaah menggunakan metode *heel and tor*, mulai dari atas. Dalam konfigurasi back hoe, ukuran boom lebih panjang sehingga jangkauan lebih jauh, tetapi *bucket* lebih kecil. Faktor dalam pemilihan *excavator* yang perlu dipertimbangkan adalah dalam hal kapasitas *bucket*, kondisi kerja, bisa menggali pada daerah yang lunak sampai keras (Tenrisukki, 2003).



Gambar 2.5 Excavator

### 2.4.4 Dump Truck

*Dump truck* adalah suatu alat yang digunakan untuk memindahkan material pada jarak menengah sampai jarak

jauh (500 meter atau lebih). Muatannya diisikan oleh alat pemuat, sedangkan untuk membongkar muatannya, alat ini dapat bekerja sendiri (Tenrisukki, 2003). Ditinjau dari besar muatannya, dump truck dapat dikelompokkan ke dalam 2 golongan, yaitu :

1. *On High Way Dump Truck*, muatannya lebih kecil dari 20 m<sup>3</sup>
2. *Off High Way Dump Truck*, muatannya lebih besar dari 20 m<sup>3</sup>

Kebutuhan jumlah *dump truck* dapat dihitung dengan cara sebagai berikut :

$$\text{Jumlah DT} = \frac{\text{Target Produksi}}{(\text{Kapasitas Bak} \times \text{Jumlah Trip})} \quad \dots\dots(5)$$

Sedangkan untuk taksiran produksi *dump truck* dapat dihitung dengan menggunakan formula sebagai berikut (Tenrisukki, 2003) :

$$\begin{aligned} \text{TP} &= \frac{C \times 60 \times \text{FK}}{\text{CT}} \quad \dots\dots\dots(6) \\ &= \frac{C \times 60 \times \text{FK}}{\text{LT} + \text{HT} + \text{RT} + t_1 + t_2} \\ &= \frac{C \times 60 \times \text{FK}}{(n \times \text{ct}) + \frac{1}{v_1} + \frac{1}{v_2} + t_1 + t_2} \left( \frac{\text{m}^3}{\text{jam}} \right) \end{aligned}$$

Keterangan :

- TP : Taksiran produksi (m<sup>3</sup>/jam)  
 C : Kapasitas vessel Lcm atau ton, bila menggunakan pay load PL = ton harus dikalikan berat jenis material BD = ton/m<sup>3</sup>  
 FK : Faktor koreksi, dipengaruhi oleh :

- machine availability
- skill operator
- efisiensi waktu

CT : Cycle time per rit dari dump truck  
 n : Jumlah rit pemuatan/loading truck  
 ct : Cycle time per rit shovel  
 J : Jarak angkut dump truck  
 v1 : Kecepatan angkut  
 v2 : Kecepatan kembali  
 t1 : Waktu dumping  
 t2 : Waktu atur posisi muat

Untuk memperoleh nilai dari kapasitas *vessel* (C) dalam satuan m<sup>3</sup>, bisa dilakukan dengan melihat pada leaflet atau data spesifikasi masing-masing tipe alat atau ditentukan dengan menggunakan rumus sebagai berikut (Tenrisukki, 2003) :

$$C = n \times KB \times BF \dots\dots\dots(7)$$

Keterangan :

n : Jumlah rit pengisian

KB : Kapasitas bucket shovel

BF: Bucket faktor

Sedangkan nilai n ditentukan dengan formula (Tenrisukki, 2003) :

$$n = \frac{C}{KB \times BF} \dots\dots\dots(8)$$

Keterangan :

C : Kapasitas vessel

KB : Kapasitas bucket shovel

BF: Bucket factor

Biasanya nilai *n Cycle Time* (CT) dalam satuan menit dapat dihitung dengan menggunakan formula (Tenrisukki, 2003) :

$$CT = LT + HT + RT + t_1 + t_2 \dots\dots\dots(9)$$

Keterangan :

LT : Loading Time =  $(n \times ct)$  (menit)

HT : Hauling Time =  $J/ v1$  (menit)

RT : Returning Time =  $J/ v2$  (menit)

t1 : Waktu dumping (menit)

t2 : Waktu atur posisi muat (menit)

Penumpahan muatan (*dumping*) dilakukan dengan cara *hidrolis* yang menyebabkan bak terangkat pada satu sisi, sedang sisi lain yang berhadapan berputar sebagai engsel. Dengan membedakan arah muatan ditumpahkan *dump truck* dibedakan dalam tiga macam yaitu :

1. *Rear Dump Truck* yang membuang muatan ke belakang
2. *Side Dump Truck* yang membuang muatan ke samping
3. *Bottom Dump Truck* yang membuang muatan melalui bawah bak

Pemilihan tergantung dari tempat kerja, artinya tergantung dari keadaan dan letak tempat pembuangan material (*dump site*).

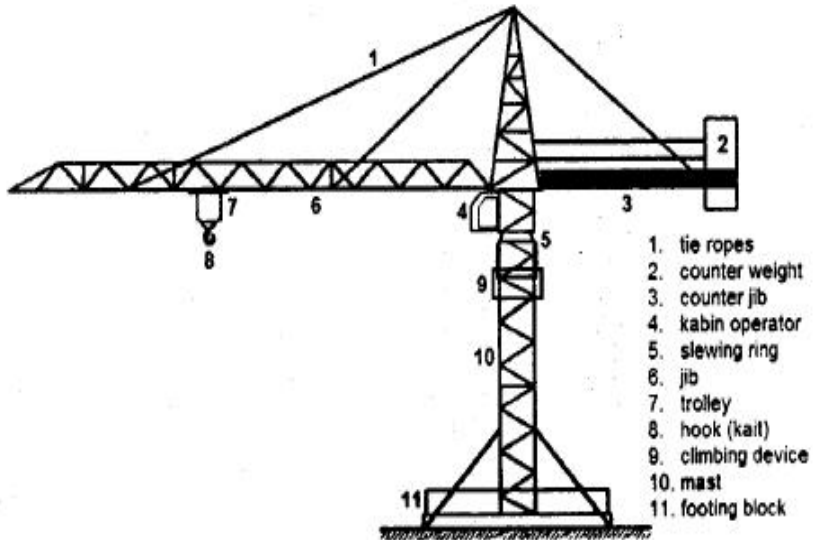


Gambar 2.6 *Dump Truck*

#### **2.4.5 Tower Crane**

*Tower crane* merupakan alat yang digunakan untuk mengangkat material secara vertikal dan horisontal ke suatu tempat yang tinggi pada ruang gerak terbatas (Rostiyanti, 2008). Pada saat pemilihan *tower crane* sebagai alat pengangkatan yang akan digunakan, beberapa pertimbangan perlu diperhatikan, yaitu :

1. Kondisi lapangan tidak luas
2. Ketinggian tidak terjangkau oleh alat lain
3. Pergerakan alat tidak perlu



Gambar 2.7 Tower Crane

Tipe *tower crane* dibagi berdasarkan cara *crane* tersebut berdiri. Pemilihan jenis *tower crane* harus mempertimbangkan beberapa aspek seperti situasi proyek, bentuk struktur bangunan, kemudahan saat pemasangan dan pembongkaran serta ketinggian bangunan. *Tower crane* statis terdiri dari beberapa macam tipe, yaitu :

1. *Free Standing Crane*
2. *Tied-in Tower Crane*
3. *Climbing Crane*
4. *Rail Mounted Crane* (dapat digerakkan)

Material yang diangkat oleh *crane* tidak boleh melebihi kapasitasnya karena dapat menyebabkan terjadinya jungkir. Dalam pemilihan kapasitas *crane* hal-hal yang perlu diperhatikan adalah :

1. Berat, dimensi dan daya jangkauan pada beban terberat,



2. Ketinggian maksimum alat,
3. Perakitan alat di proyek,
4. Berat alat yang harus ditahan oleh strukturnya,
5. Ruang yang tersedia untuk alat,
6. Luas area yang harus dijangkau alat,
7. Kecepatan alat untuk memindahkan material

Untuk menentukan kapasitas angkat *tower crane* yang digunakan dapat dilihat pada Tabel 2.4

Tabel 2.4 Kapasitas Angkat *Tower Crane* (lb)

[illegible]



### 2.4.6 Concrete Pump

*Concrete pump* adalah truk yang dilengkapi dengan pompa dan lengan (*boom*) untuk memompa campuran beton *ready mix* ke tempat-tempat yang sulit dijangkau seperti gedung lantai tinggi. Untuk pengecoran lantai yang lebih tinggi dari panjang lengan *concrete pump* dapat dilakukan dengan cara disambung dengan pipa vertikal sehingga mencapai ketinggian yang diinginkan.



Gambar 2.8 Concrete Pump

Pompa beton (*Concrete Pump*) terdiri dari dua macam yaitu *truck mounted concrete pump* dan *portable mast and boom*. Metode pengantaran yang dipakai adalah metode hidrolis. Kemampuan alat ini dapat menghantar beton sampai dengan 120 m<sup>3</sup>/jam. Produktivitas alat dapat dikurangi dengan memperkecil diameter pipa. Jarak hantar beton secara horisontal dapat mencapai sejauh maksimal 300m sedangkan secara vertikal mencapai sejauh maksimal 100m. Pembelokan pipa dapat mengurangi kemampuan hantar (Rosyanti, 2008).

### 2.4.7 Truk Mixer

Truk mixer selain mempunyai kemampuan untuk mengaduk beton juga mempunyai kelebihan karena dapat

mengangkut beton hasil pengadukan ke lokasi proyek. metode kerja alat ini adalah pertama dengan memasukkan agregat, semen dan bahan aditif yang telah tercampur dari *batching plant* ke dalam drum yang terletak diatas truk. Air ditambahkan pada saat pengadukan akan dimulai.



Gambar 2.9. Truk Mixer

Beton yang diangkut disebut beton plastis. Kapasitas mixer berkisar antara  $4,6 \text{ m}^3$  sampai lebih dari  $11,5 \text{ m}^3$ . Beberapa hal yang perlu diperhatikan dalam pengangkutan beton yang pertama adalah segregasi. Segregasi dapat terjadi pada saat pengangkutan beton plastis. Untuk menghindari segregasi maka tinggi jatuh beton pada saat dikeluarkan atau dimasukkan ke dalam drum mixer harus lebih kecil dari 1,5 m, kecuali jika menggunakan pipa. Faktor lainnya yaitu jarak tempuh pengangkutan.

## 2.5 Taksiran Faktor Koreksi Produksi

Menurut Tenrisukki (2003), dalam pelaksanaan proyek konstruksi yang menggunakan alat – alat besar, produktivitas alat mutlak perlu diketahui untuk beberapa keperluan, seperti :

1. Penentuan jumlah alat yang dibutuhkan

2. Perhitungan biaya produksi, dan
3. Taksiran waktu yang diperlukan

Faktor koreksi untuk mengetahui nilai produktivitas alat berat di lapangan antara lain adalah :

### 1. Faktor Efisiensi Waktu

Efisiensi waktu merupakan salah satu faktor yang harus diperhitungkan dalam penentuan taksiran produksi alat yang digunakan yang dinilai berdasarkan kondisi pekerjaan seperti ditampilkan pada Tabel 2.5.

Tabel 2.5 Efisiensi Waktu Berdasarkan Kondisi Kerja

Kondisi Kerja	Effisiensi
Menyenangkan	0,90
Normal	0,83
Buruk / Jelek	0,75

*Sumber : Tenrisukki (2003)*

### 2. Faktor Efisiensi Kerja

Sebagaimana efisiensi waktu, efisiensi kerja pun mutlak diperhitungkan untuk menentukan taksiran produksi alat dengan memperhatikan keadaan medan dan keadaan alat. Efisien kerja tergantung pada banyak faktor, seperti : topografi, keahlian operator, pemilihan standar pemeliharaan, dan sebagainya yang menyangkut operasi alat. Nilai efisiensi kerja ditunjukkan pada Tabel 2.6 :

Tabel 2.6 Nilai Efisiensi Kerja Alat

Keadaan Medan	Keadaan alat			
	Memuaskan	Bagus	Biasa	Buruk
Memuaskan	0,84	0,81	0,76	0,70
Bagus	0,78	0,75	0,71	0,65
Biasa	0,72	0,69	0,65	0,60
Buruk	0,63	0,61	0,57	0,52

Sumber : Tenrisukki (2003)

### 3. Faktor Efisiensi Operator

Sebagaimana efisiensi waktu dan efisiensi kerja, efisiensi operator mutlak mutlak harus diperhitungkan dalam penentuan taksiran produksi alat. Nilai efisiensi di sini sangat dipengaruhi oleh ketrampilan operator yang mengoperasikan alat bersangkutan. Nilai efisiensi operator dapat dilihat pada Tabel 2.7.

Tabel 2.7 Nilai Efisiensi Operator

Kondisi Kerja	Effisiensi
Baik	0,90 - 1,00
Normal	0,83
Jelek	0,50 - 0,60

Sumber : Tenrisukki (2003)

### 4. Faktor Ketersediaan Alat (*Machine Availability*)

Faktor ketersediaan alat (*machine availability*) adalah ketersediaan mesin agar selalu dapat dioperasikan. Hal ini tidak hanya tergantung kepada kualitas maupun kemampuan mesin, tetapi juga tergantung kepada dukungan *spare parts & service* dari *dealer* atau pabrik pembuat alat. Demikian juga dengan kualitas kemampuan

pemeliharaan, fasilitas *workshop & parts stock* yang dimiliki user sangat mempengaruhi ketersediaan (*availability*) mesin.

## **2.6 Biaya Operasional Alat Berat**

Biaya-biaya yang termasuk biaya pengeluaran alat berat adalah biaya penyewaan alat, biaya mobilisasi dan demobilisasi, dan biaya upah tenaga operator. Peralatan konstruksi yang digerakkan oleh motor bakar (*internal combustion engine*) memerlukan solar, yang juga harus diperhitungkan sebagai biaya operasional.

Perhitungan biaya kebutuhan alat berat didapatkan dari perkalian antara volume masing-masing pekerjaan, jumlah alat yang digunakan serta harga satuan pekerjaan.

### **a. Volume Pekerjaan**

Volume pekerjaan merupakan salah satu faktor yang sangat penting dalam perhitungan biaya, yaitu sebagai salah satu faktor pengali untuk harga satuan. Perhitungan volume ini didasarkan pada gambar rencana proyek.

### **b. Biaya penyewaan alat**

Tidak semua peralatan konstruksi dimiliki oleh kontraktor. Dalam menyelesaikan pekerjaan-pekerjaan tertentu, diperlukan peralatan-peralatan khusus yang diperoleh dengan cara menyewa. Biaya penyewaan alat berat tersebut dihitung dalam biaya per jam. Dalam satu bulan biasanya ditentukan batas penyewaan minimum per alat berat. Biaya penyewaan alat bervariasi, tergantung dari jenis dan tipe alat yang akan disewa dan juga tergantung dari tempat alat itu disewa.

### c. Biaya Mobilisasi dan Demobilisasi

Alat berat yang disewa dari suatu tempat, membutuhkan biaya transportasi alat tersebut ke lokasi proyek dan biaya transportasi alat tersebut kembali ketempat asalnya. Untuk alat-alat berat tertentu bahkan diperlukan kendaraan khusus untuk mengangkat alat berat tersebut ke lokasi proyek dan sebaliknya. Biaya-biaya yang diperlukan ini termasuk biaya mobilisasi dan demobilisasi. Biaya mobilisasi dan demobilisasi tergantung dari kendaraan untuk mengangkut alat berat yang disewa, dan jauh dekatnya tempat penyewaan ke lokasi proyek. Jadi masing-masing alat yang disewa dari tempat penyewaan yang berbeda, mempunyai biaya mobilisasi dan demobilisasi yang berbeda.

### d. Biaya Operator Alat Berat dan Bahan Bakar

Besarnya upah kerja untuk operator/*helper* alat berat adalah tergantung dari lokasi pekerjaan atau proyek, perusahaan yang bersangkutan, peraturan yang berlaku dilokasi, serta kontrak kerja antara dua pihak tersebut.

$$\text{Upah Operator} = \frac{\text{Upah operator} + \text{Pembantu perbulan}}{\text{Jam operasi per bulan (jam)}}$$

Untuk biaya bahan bakar alat berat, jumlah bahan bakar untuk alat berat yang menggunakan bensin atau solar berbeda-beda. Rata-rata yang menggunakan bahan bakar bensin 0.06 galon per *horse-power*, sedangkan untuk alat berat yang berbahan bakar solar mengkonsumsi bahan bakar 0.04 galon per *horse-power* per jam. Nilai yang didapat kemudian dikalikan dengan faktor pengoperasian.

$$\begin{aligned}\text{Biaya bahan bakar} &= F \times 0,3 \text{ (premium)} \times h \times PK \\ &= F \times 0,2 \text{ (solar)} \times h \times PK\end{aligned}$$



Keterangan :

F = Faktor efisiensi (60% - 80%) (berdasarkan buku manajemen alat berat Ir. Asiyanto, MBA, IPM, diambil nilai tengah yaitu 70%)

h = harga bahan bakar per liter

PK = Nilai PK alat berat yang bersangkutan

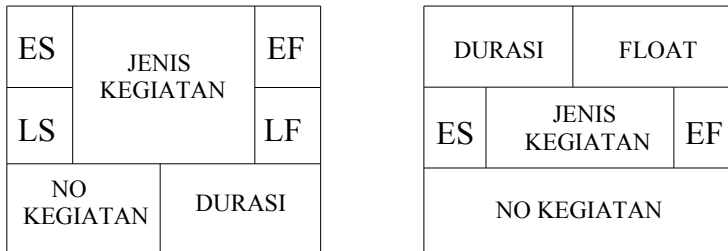
#### e. Biaya Operasional Total

Biaya operasional total yang dikeluarkan untuk masing-masing tipe alat adalah penjumlahan semua biaya yang dikeluarkan untuk penyewaan alat, upah tenaga operator dan biaya untuk pemakaian solar selama waktu pelaksanaan pekerjaan ditambah biaya mobilisasi dan demobilisasi alat.

**Total Biaya** = Biaya sewa + Biaya mobilisasi/demobilisasi  
+ Biaya Operator + Biaya bahan bakar

## 2.7 Penjadwalan Proyek

PDM (*Precedence Diagram Method*) merupakan metode penjadwalan proyek dimana kegiatan digambarkan oleh sebuah lambing segi empat karena kegiatan ada dibagian *node* atau sering juga disebut sebagai *activity on node* (AON). Kelebihan dari metode PDM yaitu tidak memerlukan kegiatan fiktif/dummy sehingga pembuatan jaringan akan lebih sederhana serta hubungan overlapping yang berbeda dapat dibuat tanpa menambahkan jumlah kegiatan. Untuk pembuatan lambing dalam PDM ditunjukkan pada gambar 2.10.



Gambar 2.10. Lambang Kegiatan

Hubungan antar kegiatan dalam metode ini ditunjukkan oleh sebuah garis penghubung yang dapat dimulai dari kegiatan kiri kekanan atau dari atas ke bawah. Untuk menentukan kegiatan yang bersifat kritis dilakukan perhitungan kedepan (*forward analysis*) untuk mendapatkan nilai *earliest start* dan perhitungan kebelakang (*backward analysis*) untuk mendapatkan *earliest finish*. Besarnya nilai dari perhitungan tersebut adalah sebagai berikut :

- $ES_j = ES_i + SS_{ij}$  atau  $SS_j = EF_i + FS_{ij}$
- $EF_j = ES_i + SF_{ij}$  atau  $EF_j = EF_i + FF_{ij}$  atau  $ES_j + D_j$

Jika ada lebih besar dari satu anak panah yang masuk dalam satu kegiatan maka diambil nilai yang terbesar. Jika tidak diketahui  $FS_{ij}$  atau  $SS_{ij}$  dan kegiatan nonsplitable maka  $ES_j$  dihitung dengan cara  $ES_j = EF_i - D_j$ .

Perhitungan *backward analysis* untuk mendapatkan *latest start* (LS) dan *latest finish* (LF) sebagai kegiatan *successor* yaitu J dan yang dianalisis dalam I. Besarnya nilai LS dan LF dihitung sebagai berikut :

- $LF_i = LF_j - Lf_{ij}$  atau  $LF_i = LS_j - F_{sij}$
- $LS_i = LS_i - S_{sij}$  atau  $LS_j = LF_j - S_{fij}$  atau  $LF_i - D_i$

Jika lebih dari satu anak panah yang keluar dari satu kegiatan maka yang diambil adalah nilai terkecil. Jika tidak diketahui  $FF_{ij}$  atau  $FS_{ij}$  dan kegiatan nonsplitable maka  $FF_j$  dihitung dengan cara  $LF_j = LS_i + D_i$ .

Jalur kritis ditandai dengan beberapa keadaan, yaitu :

- $ES = LS$
- $EF = LF$
- $LF - ES = \text{durasi kegiatan}$

**Halaman ini sengaja dikosongkan**

## **BAB III METODOLOGI**

### **3.1 Umum**

Alat berat yang dikenal dalam teknik sipil adalah alat berat yang digunakan oleh manusia sebagai alat bantu dalam membangun sebuah pekerjaan bangunan. Alat berat itu sendiri di dalam proyek konstruksi memegang peranan yang sangat penting, terutama untuk proyek konstruksi dengan skala besar.

### **3.2 Tahapan Penelitian**

Secara umum metodologi yang digunakan adalah mengenai perencanaan kebutuhan alat berat untuk pekerjaan gedung condotel agar pekerjaan dapat selesai lebih efisien, baik dari segi waktu dan biaya. Bagan alir penelitian dapat dilihat pada gambar 3.1

### **3.3 Pengumpulan Data**

Pengumpulan data dilakukan dengan cara mengambil data. Untuk cara atau metode perhitungan kesesuaian jumlah alat berat digunakan referensi - referensi yang relevan sesuai dengan item pekerjaan yang akan dilakukan. Jenis data pada penelitian ini adalah menggunakan data sekunder karena data diperoleh secara tidak langsung.

Data Sekunder adalah data yang diperoleh secara tidak langsung. Dimana data – data yang digunakan diperoleh dari kontraktor pembangunan proyek Sahid Jogja Lifestyle. Data sekunder yang dipakai dalam penelitian ini yaitu :

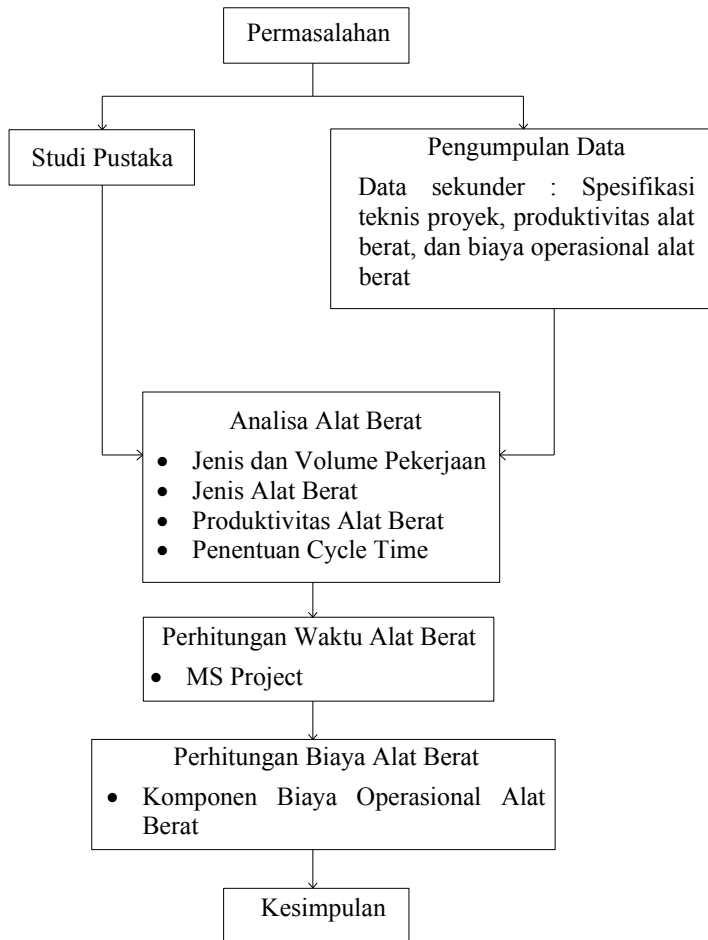
1. Spesifikasi teknis proyek pembangunan condotel seperti volume pekerjaan dan RAB
2. Brosur alat berat

3. Produksi harian alat berat
4. Biaya operasional alat berat

### **3.4 Analisa Data**

Analisa data merupakan kegiatan setelah data dari sumber data terkumpul. Analisa dan pengolahan data merupakan bagian penting dalam metodologi ilmiah, karena dengan dianalisa dan diolah, data tersebut dapat berguna dalam memecahkan masalah penelitian.

Analisa dan pengolahan data yang dibutuhkan, dikelompokkan sesuai identifikasi permasalahannya, sehingga didapat penganalisaan dan pemecahan masalah yang efektif. Analisa data yang perlu dilakukan adalah produktivitas penggunaan alat berat dan biaya penggunaan alat berat.



Gambar 3.1 Bagan alir penelitian

### 3.4.1 Menghitung Produktivitas dan Kebutuhan Alat

Menurut Tenrisukki (2003) kebutuhan alat berat dihitung berdasarkan taksiran produktivitas alat, dan untuk hal tersebut, terdapat berbagai jenis peralatan yang dapat digunakan, baik ditinjau dari segi kelas “*horsepower*”, fungsi dan kegunaannya maupun manfaat khusus peralatan tersebut. Oleh karena itu cara perhitungan taksiran produktivitas alat pun beraneka ragam tergantung fungsi dan kegunaan alat tersebut. Walaupun demikian, mempunyai dasar perhitungan yang sama, yaitu :

Produksi per Satuan Waktu =  $\text{Produksi per Trip} \times \text{Trip per Satuan Waktu} \times \text{Faktor Koreksi}$

Dalam hal pembahasan cara perhitungan, dibatasi pada alat – alat yang digunakan dalam proyek pembangunan condotel yaitu :

- *Wheel Loader* (Caterpillar 950H)
- *Dump Truck* (Nissan CWA 260)
- *Excavator* (Kobelco SK-200)
- *Bore Pile Machine* (Jove JVR 180D)
- *Concrete Pump* (Zoomlion 36X-5Z)
- *Tower Crane* (Potain MC 310 K12)
- *Truk Mixer* (Nissan 7m<sup>3</sup>)

Untuk perhitungan produktivitas masing-masing alat berat diatas sudah dijelaskan pada BAB II dan dapat dilihat pada Subbab 2.4.

### 3.4.2 Penentuan Tipe dan Jenis Alat Berat

Setelah menghitung suatu pekerjaan, maka untuk pemilihan tipe dan jenis alat berat tersebut dipilih sesuai dengan jenis pekerjaan yang akan dilaksanakan serta sesuai waktu dan biaya penggunaan alat berat pada proyek tersebut.



### 3.4.3 Penjadwalan Alat Berat

Dengan menggunakan bantuan program Microsoft Project akan didapatkan suatu network diagram untuk penjadwalan dan total waktu penggunaan alat berat sesuai dengan kebutuhan dilapangan.

### 3.4.4 Menghitung Biaya Operasional Alat Berat

Biaya-biaya yang diperhitungkan diantara lain adalah :

- a. Biaya penyewaan alat
- b. Bahan bakar
- c. Upah operator untuk alat berat.
- d. Biaya *Mobilisasi* dan *Demobilisasi*
- e. Biaya Operasional Total

Untuk penjelasan perhitungan masing-masing biaya diatas sudah dijelaskan pada BAB II dan dapat dilihat pada Subbab 2.6.

**Halaman ini sengaja dikosongkan**

## **BAB IV**

### **METODE PELAKSANAAN**

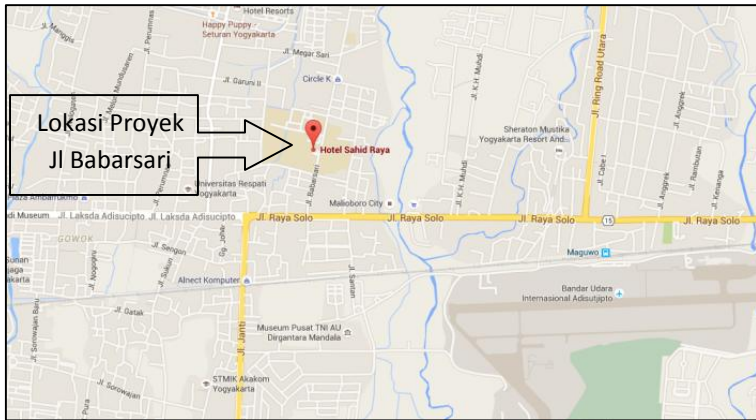
#### **4.1 Umum**

Dalam proyek konstruksi perencanaan yang detail dan penjadwalan pelaksanaan pekerjaan sangat penting, karena hal tersebut saling berkaitan untuk penyelesaian sebuah proyek. Metode pelaksanaan termasuk dalam hal yang harus diperhatikan karena dari metode pelaksanaan akan mempengaruhi besar biaya dan lama waktu pelaksanaan. Selain itu aspek yang diperhatikan adalah spesifikasi pekerjaan.

Proyek pembangunan gedung condotel Sahid Jogja Lifestyle di Yogyakarta ini memiliki beberapa item pekerjaan, dibagi menjadi dua yaitu struktur bawah dan struktur atas gedung. Gedung condotel ini memiliki jumlah lantai sebanyak 12 lantai yaitu 2 lantai *basement* dan 10 lantai struktur atas. Struktur bawah terdiri dari pekerjaan pondasi dan *basement* sedangkan struktur atas terdiri dari pekerjaan kolom, balok, dan plat.

#### **4.2 Gambaran Umum Proyek**

Dengan adanya pembangunan condotel ini akan menjadi daya tarik destinasi wisata untuk mendatangkan wisatawan ke kota Yogyakarta. Karena kota Yogyakarta adalah kota yang terkenal oleh tempat-tempat wisatanya. Selain condotel, proyek Sahid Jogja Lifestyle ini juga terdapat mall, apartemen dan hotel. Lokasi proyek ini berdekatan dengan beberapa kampus ternama di Yogyakarta. Berikut adalah peta lokasi proyek Sahid Jogja Lifestyle yang terletak di Jalan Babarsari, Yogyakarta.



Gambar 4.1 Peta Lokasi Proyek Sahid Jogja Lifestyle



Gambar 4.2 Siteplan Proyek Sahid Jogja Lifestyle

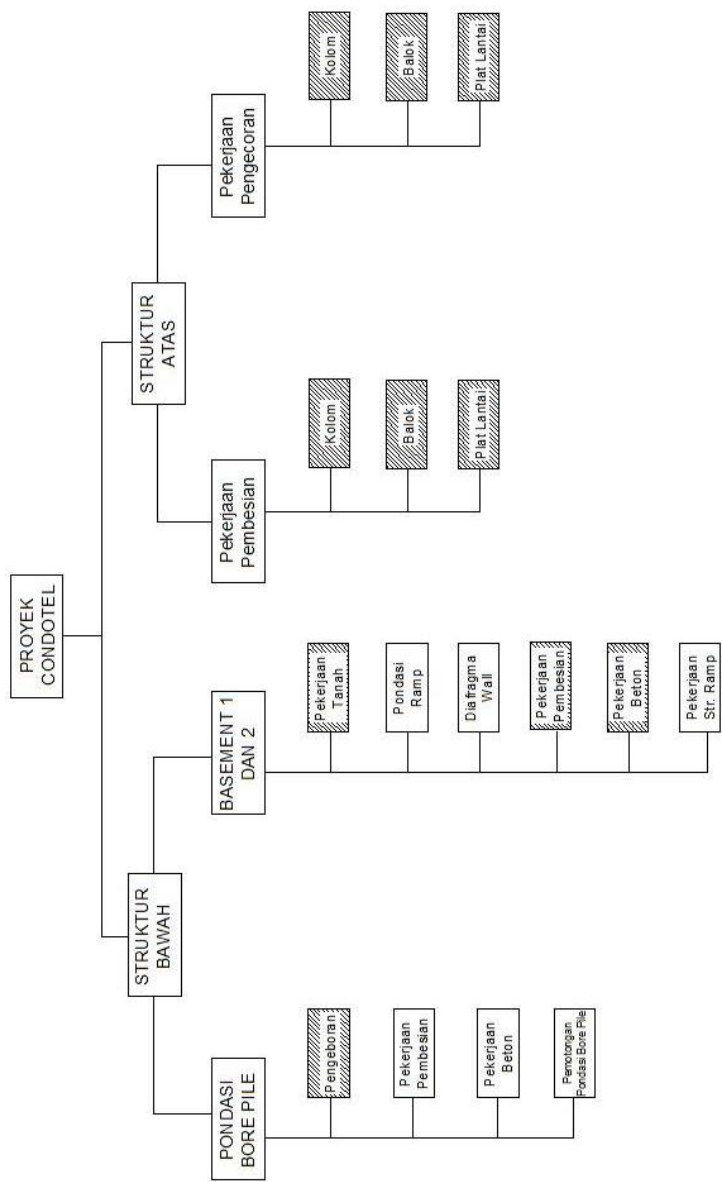
#### 4.2.1 Data Teknis Proyek

Nama Proyek	: Sahid Jogja Lifestyle
Luas lahan	: $\pm$ 2 Ha
Lokasi	: Jl Babarsari, Yogyakarta
Kontraktor	: PT Nusa Konstruksi Engeneering (NKE)
Arsitek	: Antono Sally dan Rekan
Pemilik	: Sahid Inti Dinamika
Fungsi Bangunan	: Condotel
Struktur Bangunan	: Beton cor setempat
Jumlah Lantai	: 12 Lantai
Tinggi perlantai	: 3 m

#### 4.2.2 Work Breakdown Structure (WBS)

Work Breakdown Structure (WBS) atau yang dikenal dengan metode pengorganisasian pekerjaan pada proyek digunakan untuk memecah tiap proses pekerjaan menjadi lebih detail. Untuk WBS pada proyek condotel Sahid Jogja Lifestyle akan ditunjukkan pada Gambar 4.3.

Pekerjaan-pekerjaan yang berkaitan dengan penggunaan alat berat yang akan dianalisa pada Tugas Akhir ini adalah pekerjaan pengeboran dengan mesin bor pile, pekerjaan tanah pada struktur basement dengan excavator, dump truk dan wheel loader, serta pekerjaan pembesian dan pekerjaan beton untuk kolom, balok, dan plat lantai dengan alat berat tower crane, concrete dan truk mixer.



Gambar 4.3 Work Breakdown Structure Proyek Condotel Sahid Jogja Lifestyle

### 4.3 Gambaran Peralatan Berat Pada Kondisi Eksisting

Peralatan berat yang digunakan untuk proyek pembangunan gedung condotel ini secara umum sama dengan peralatan berat yang digunakan untuk proyek-proyek gedung sejenis yang lainnya. Dimana peralatan berat yang digunakan disesuaikan kebutuhannya dengan item-item pekerjaan yang akan dikerjakan.

Berikut ini adalah jenis peralatan berat yang digunakan untuk proyek condotel dapat dilihat pada Tabel 4.1 dan Tabel 4.2

Tabel 4.1 Peralatan Berat Pada Eksisting

No.	Jenis Alat Berat	Tipe Alat Berat	Item Pekerjaan	Waktu Pelaksanaan
1	Excavator	Caterpillar 320d	Galian tanah untuk basement	17 minggu
2	Dump Truk	Mitshubishi FE 73HD	Galian tanah untuk basement	17 minggu
3	Wheel Loader	Komatsu WF350-3	Urugan tanah	2 minggu
4	Bore Pile Machine	Kobelco BM 500	Pondasi bor	27 minggu
5	Tower Crane	Tengda TC6018	Pengangkatan Material	76 minggu
			Pengecoran Kolom, Balok, dan Plat Lantai	76 minggu
6	Concrete Pump	IPF90B-5N21	Pengecoran Kolom, Balok, dan Plat Lantai	20 Minggu
7	Truck Mixer	Hino 7m3	Pengecoran Kolom, Balok, dan Plat Lantai	76 minggu

Tabel 4.2 Peralatan Berat yang Direncanakan

No.	Jenis Alat Berat	Tipe Alat Berat	Item Pekerjaan
1	Excavator	Kobelco SK-200	Galian tanah untuk basement
2	Dump Truk	CWA 18T	Galian tanah untuk basement
3	Wheel Loader	Caterpillar 950H	Urugan tanah
4	Bore Pile Machine	Jove JVR 180D	Pondasi bor
5	Tower Crane	Potain MC 310K12	Pengangkatan Material
			Pengecoran Kolom, Balok, dan Plat Lantai
6	Concrete Pump	Zoomlion 36x-5Z	Pengecoran Kolom, Balok, dan Plat Lantai
7	Truck Mixer	Nissan 7 m <sup>3</sup>	Pengecoran Kolom, Balok, dan Plat Lantai

#### 4.4 Pemilihan Alat Berat

Untuk menunjang pelaksanaan pekerjaan proyek condotel ini maka diperlukan peralatan berat agar pekerjaan dapat diselesaikan sesuai dengan waktu yang telah direncanakan.

Pemilihan alat berat yang akan dipakai merupakan faktor penting dalam keberhasilan suatu proyek. Alat berat yang dipilih haruslah tepat baik jenis, ukuran maupun jumlahnya. Ada beberapa faktor yang perlu diperhatikan untuk pemilihan alat berat, diantaranya adalah sebagai berikut :



### 1. Jenis proyek

Ada beberapa jenis proyek yang umumnya menggunakan alat berat, diantaranya yaitu proyek jalan, jembatan, gedung, pelabuhan, dll. Alat berat yang digunakan untuk tiap jenis proyek tersebut berbeda-beda.

### 2. Fungsi yang harus dilaksanakan

Fungsi yang dimaksud adalah kegunaan dari alat berat yang akan digunakan, seperti untuk menggali, mengangkat, meratakan permukaan, dll.

### 3. Kapasitas Peralatan

Kapasitas yang dipilih harus sesuai untuk volume pekerjaan yang akan dikerjakan, sehingga pekerjaan dapat diselesaikan dalam waktu yang telah ditentukan.

Untuk kapasitas dan spesifikasi peralatan berat yang akan digunakan bisa didapatkan dari vendor-vendor alat berat. Alat berat dengan spesifikasi yang tinggi dan bagus tentunya memiliki produktifitas yang tinggi dan lebih memudahkan untuk menyelesaikan pekerjaan.

Peralatan berat yang digunakan diantaranya adalah mesin bor pile, excavator, dump truk, wheel loader, tower crane, concrete pump dan truk mixer. Jenis peralatan berat yang digunakan sesuai dengan eksisting pada proyek, yang membedakan adalah tipe dari jenis alat berat tersebut. Untuk penggunaan masing-masing alat berat tersebut akan dijelaskan pada subbab berikut ini.

#### **4.4.1 Metode Kerja Bore Pile Machine**

Pondasi bore pile memiliki fungsi yang sama dengan pondasi dalam lainnya seperti pondasi tiang pancang, yang berbeda adalah cara pengerjaannya.

Dalam melaksanakan pekerjaan bore pile yang harus diperhatikan adalah jenis tanah, level muka air tanah, dan

kondisi area pengeboran. Untuk diameter pondasi tiang bor adalah 100 cm dengan panjang efektif 26,50 m. Pada areal dengan tebal pile cap 1,50 m, kepala tiang terletak pada elevasi -8,55 m, dan ujung tiang duduk pada elevasi 35,00 m.

Metode pelaksanaan untuk pekerjaan pondasi bored pile adalah sebagai berikut :

1. Marking dan penomoran pengeboran untuk menandai lokasi titik-titik yang akan di bor.
2. Pembuatan bak penampungan untuk penyimpanan sementara air buangan sebagai media pembantu dalam proses pengeboran.
3. Pengeboran dilakukan bertahap sampai pada kedalaman yang sudah direncanakan.
4. Pemasangan pipa tremie dan menyemprotkan air bertekanan selama  $\pm 10$  menit untuk membersihkan lubang dari endapan lumpur, kemudian dilanjutkan dengan pemasangan tulangan.
5. Pengecoran dilakukan dengan kantong plastic yang diisi dengan campuran beton agar tidak tercampur dari endapan lumpur. Selama pengecoran dilakukan pemadatan dengan alat vibrator agar tidak ada rongga udara.
6. Setelah pengecoran selesai sampai kepermukaan maka plastik bias dilepas dan pipa tremie di tarik perlahan-lahan dengan jarak kedalaman per 1 m.

Untuk tanah hasil pengeboran akan dibuang dengan bantuan peralatan berat excavator dan dump truk. Tanah hasil pengeboran tersebut diambil dengan excavator kemudian diangkut oleh dump truk menuju area pembuangan. Jarak area proyek dan tempat pembuangan adalah  $\pm 13$  Km.

#### **4.4.2 Metode Kerja Excavator dan Dump Truck**

Penggunaan excavator dan dump truk pada proyek ini adalah untuk pekerjaan galian basement. Dimana penggalian tanah dilakukan hingga elevasi yang telah direncanakan. Elevasi tanah untuk penggalian berada pada elevasi -7,30m.

Sebelum dilakukan penggalian tanah dengan excavator yang perlu diperhatikan adalah batas-batas penggalian serta akses masuk alat berat/dump truk agar tidak terjadi tanah amblas. Berikut adalah gambaran pengangkutan hasil galian dari excavator ke dump truk :

#### **Gambar 4.4 Pengangkutan Tanah Hasil Galian ke Area Pembuangan**

Metode pelaksanaan untuk pekerjaan dengan alat berat excavator dan dump truk sebagai berikut :

- a. Menentukan area yang akan digali
- b. Melakukan penggalian dengan menggunakan excavator
- c. Tanah yang telah digali kemudian diangkut pada proses pembuangan tanah dengan menggunakan dump truk

Tanah hasil galian excavator dibuang dengan dump truk ke area pembuangan sejauh  $\pm 13$  Km. Penggalian tanah dilakukan secara bertahap dari bagian barat ke arah timur.

Untuk galian tahap pertama di gali hingga elevasi -3,5m dan tahap kedua digali hingga elevasi -7,30m.

#### **4.4.3 Metode Kerja Wheel Loader**

Selain untuk memuat tanah atau material wheel loader juga dapat dioperasikan untuk menggali basement, dengan syarat ruangnya memungkinkan untuk bekerjanya loader.

Wheel loader disini digunakan untuk pekerjaan urugan tanah pada pondasi rakit. Dimana tanah urugan tersebut digunakan sebagai lantai kerja untuk pekerjaan pondasi tersebut. Tanah urugan yang dibawa oleh dump truk akan diratakan ke seluruh area dengan menggunakan wheel loader.

Penggunaan wheel loader pada proyek ini tidak terlalu banyak dikarenakan volume pekerjaan untuk urugan tanah juga tidak terlalu besar. Serta wheel loader juga digunakan untuk membantu pemindahan material dari area penyimpanan material ke area yang di tuju secara horizontal.

#### **4.4.4 Metode Kerja Tower Crane**

Tujuan penggunaan tower crane adalah untuk mempermudah pelaksanaan pekerjaan konstruksi terutama untuk bangunan gedung yang memiliki lantai tinggi.

Spesifikasi tower crane yang digunakan adalah tipe free standing crane karena tipe tower crane ini mampu berdiri bebas dengan pondasi khusus. Lifting capacity tower crane adalah 3,2 ton di ujung jib. Untuk detail spesifikasi yang lain dapat dilihat pada brosur tower crane pada lampiran tugas akhir.

##### **4.4.4.1 Rencana Penempatan Tower Crane**

Penempatan tower crane harus memperhatikan beberapa hal agar tidak mengganggu kegiatan proyek.,

diantaranya adalah jalur mobilisasi alat tersebut terhadap perencanaan tata letak atau penempatan penimbunan material, gudang, kantor dan lainnya.

Berikut ini adalah rencana tata letak tower crane :

1. Tower crane diletakkan di sebelah utara gedung condotel, karena sisi utara banyak area kosong dan tidak mengganggu alur mobilisasi pekerjaan lain.
2. Posisi tower crane dengan tipe free standing crane setinggi 50 m agar tidak membentur bangunan yang ada di sekitar proyek saat sedang beroperasi.
3. Jarak tower crane terhadap bangunan disesuaikan dengan data teknis dari tipe tower crane yang digunakan.

Pada tugas akhir ini letak penempatan tower crane sendiri sesuai dengan kondisi eksisting dilapangan, untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 4.5

Gambar 4.5 Layout Posisi Tower Crane

#### **4.4.4.2 Pekerjaan Struktur Dengan Tower Crane**

Pekerjaan yang perlu dipersiapkan dan direncanakan pada penggunaan tower crane adalah :

1. Perencanaan posisi untuk tower crane pada lokasi proyek
2. Pekerjaan pondasi untuk tower crane
3. Pengadaan alat bantu diantaranya concrete bucket dan generator genset.
4. Menghitung volume pekerjaan struktur

5. Perencanaan site layout seperti lokasi material, gudang, dan direksi keet, serta jalur keluar-masuknya truk mixer dan posisinya.
6. Mengurutkan pekerjaan struktur sedemikian rupa dari lantai basement 1 sampai dengan lantai 9.

Pekerjaan yang dilaksanakan dengan tower diantaranya adalah pengangkatan tulangan, pekerjaan pengangkatan belisting, pekerjaan pengangkatan perancah, dan pekerjaan pengecoran. Proses pengecoran beton segar diambil dari tanah yaitu dari level  $\pm 0,00$  sehingga jarak pengangkatan beton untuk masing-mantai lantai berbeda-beda sesuai dengan ketinggian.

Pekerjaan pengecoran dengan menggunakan tower crane dan concrete bucket dilakukan untuk pekerjaan pada lantai 7, lantai 8, dan lantai atap. Campuran beton diangkut dalam bucket berkapasitas  $0,8 \text{ m}^3$ .

Adapun langkah-langkah metode pelaksanaan pekerjaan disini yang diambil sebagai contoh adalah pekerjaan pengecoran dengan menggunakan tower crane sebagai berikut :

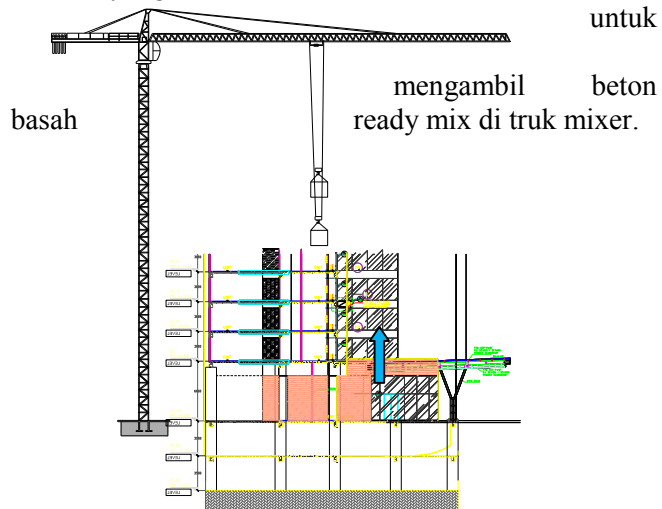
1. Proses Muat

Penuangan beton ready mix dari truk mixer ke dalam bucket yang disediakan.

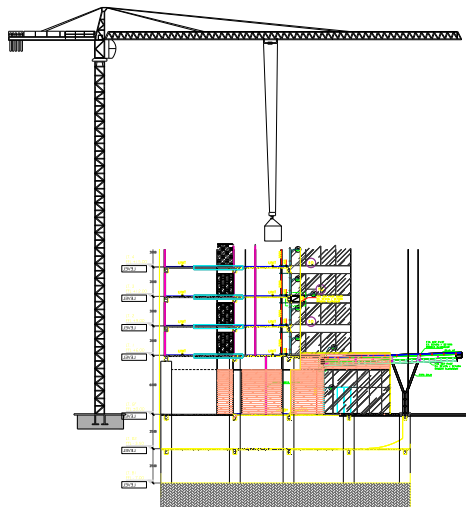
2. Proses Pengangkatan

Dalam proses pengangkatan terdapat beberapa proses yaitu :

- a. Proses Hoisting (angkat) : proses pengangkatan bucket beton yang telah berisi beton basah ready mix dapat dilihat pada Gambar 4.6
  - b. Proses Trolley (jalan) : proses untuk memindahkan bucket beton yang telah berisi beton basah ready mix ke area yang akan di cor dapat dilihat pada Gambar 4.7
  - c. Proses Slewing (putar) : proses perputaran lengan crane (jib) yang mengangkat bucket beton dari area pengisian ke area yang akan di cor dapat dilihat pada Gambar 4.8
  - d. Proses Landing (turun) : proses penurunan bucket beton yang berisi beton basah ready mix untuk dituangkan ke lokasi/tempat yang akan di cor dapat dilihat pada Gambar 4.9
3. Proses Pembongkaran  
Yaitu proses pembongkaran/pemasangan beton ready mix ke area yang akan di cor.
  4. Proses Kembali  
Yaitu proses setelah beton basah ready mix dituangkan ke area yang di cor, kemudian bucket beton kembali untuk



Gambar 4.6 Proses Hoisting atau Pengangkatan





## **BAB V**

### **PERHITUNGAN ALAT BERAT**

#### **5.1 Umum**

Dalam sebuah proyek, alat berat sangatlah berpengaruh penting. Dengan hanya mengandalkan sumber daya manusia saja belum cukup. Waktu dalam sebuah proyek memiliki arti yang sangat besar, oleh karena itu kombinasi sumber daya manusia dengan alat berat sangatlah menguntungkan dari segi waktu dan biaya.

Banyak jenis dan tipe alat berat yang digunakan dalam sebuah pekerjaan seperti excavator, tower crane, dump truck dan truck mixer. Oleh karena itu penentuan penggunaan alat berat akan mempengaruhi waktu pelaksanaan serta biaya proyek. Jumlah alat berat yang digunakan juga harus memperhatikan efisiensi kerja alat.

#### **5.2 Perhitungan Produktivitas dan Waktu Pelaksanaan Peralatan**

##### **5.2.1 Perhitungan Produktivitas Excavator Tipe Kobelco SK-200**

Produksi per jam excavator pada suatu pekerjaan galian adalah sebagai berikut :

$$TP = \frac{Q \times 60 \times E}{Cm} \text{ (m}^3\text{/jam)}$$

Keterangan : TP = Taksiran Produksi

Q = Produksi per siklus (m<sup>3</sup>)

E = Efisiensi kerja

Cm = Waktu siklus ( menit )

Untuk spesifikasi excavator Kobelco SK-200 dapat dilihat pada Tabel 5.1 berikut :

Tabel 5.1 Spesifikasi Excavator Kobelco SK-200

	Model	Kobelco SK-200
Attachments	Bucket capacity	0.93 m <sup>3</sup>
	Bucket weight	790 Kg
Dimensions	Overall length	9.45 m
	Overall height	2.98 m
	Overall width	2.99 m
Working Ranges	Max. digging depth	6.7 m
	Max. digging height	9.72 m

Berikut adalah perhitungan menggunakan excavator dengan merk Kobelco tipe SK-200 :

1. Produksi per siklus (q)

$$q = KB \times BF$$

Keterangan :

KB : Kapasitas Bucket = 0.93 m<sup>3</sup>

BF : Bucket Factor = 0.95 (tabel 5.2)

Dari hasil tes penyelidikan tanah yang sudah dilakukan sebelum proses penggalian diketahui jenis tanah pada lokasi proyek merupakan lapisan *sand*, dan *trace of gravel* sehingga didapatkan nilai untuk *bucket factor* yaitu 0,95

Jadi produksi per siklus :

$$q = 0,93 \times 0,95 \\ = 0,88 \text{ m}^3$$

Tabel 5.2 Bucket Factor

Kondisi Operasi Penggalian		Bucket Factor
Mudah	Tanah clay, agak lunak	1.20 - 1.10
Sedang	Tanah asli kering, berpasir	1.10 - 1.00
Agak Sulit	Tanah asli berpasir dan berkerikil	1.00 - 0.90
Sulit	Tanah keras, bekas ledakan	0.90 - 0.70

*Sumber : Training center Dept. PT. United Tractor Jakarta 1997.  
Latihan Dasar Sistem Mesin*

2. Waktu siklus (Cm)

Waktu putar SK-200 = 18 detik (tabel 5.3)

Faktor kedalaman dan kondisi = 1 (tabel 5.4)  
penggalian, normal

Kondisi penggalian diasumsikan pada kondisi normal dengan kedalaman galian 40%-75% sehingga didapatkan nilai 1 untuk faktor kedalaman dan kondisi penggalian.

Jadi waktu siklus

$$\begin{aligned} \text{Cm} &= 18 \times 1 \\ &= 18 \text{ detik} \\ &= 0.3 \text{ menit} \end{aligned}$$

Tabel 5.3 Standart Cycle Time Excavator

Type	Swing Angle	
	45-90	90-180
PC - 100	11 - 14	14 - 17
PC - 200	13 - 16	16 - 19
PC - 300	15 - 18	18 - 21
PC - 400	16 - 19	19 - 22

*Sumber : Training center Dept. PT. United Tractor Jakarta 1997. Latihan Dasar Sistem Mesin*

Tabel 5.4 Kedalaman dan Kondisi Penggalan Excavator

Kedalaman Galian	Kondisi Penggalan			
	Mudah	Normal	Agak Sulit	Sulit sekali
Dibawah 40%	0.7	0.9	1.10	1.40
40%-75%	0.8	1.00	1.30	1.60
Diatas 75%	0.9	1.10	1.50	1.80

*Sumber : Training center Dept. PT. United Tractor Jakarta 1997. Latihan Dasar Sistem Mesin*

Tabel 5.5 Faktor Efisiensi Kerja

Kondisi operasi	Efisiensi kerja
Baik	0.83
Normal - Sedang	0.75
Kurang Baik	0.67
Buruk	0.58

*Sumber : Training center Dept. PT. United Tractor Jakarta 1997.  
Latihan Dasar Sistem Mesin*

Tabel 5.6 Faktor Effisiensi Waktu

Kondisi Kerja	Effisiensi
Menyenangkan	0.9
Normal	0.83
Buruk/jelek	0.75

*Sumber : Training center Dept. PT. United Tractor Jakarta  
1997. Latihan Dasar Sistem Mesin*

Tabel 5.7 Faktor Efisiensi Operator

Keterampilan Operator	Effisiensi
Baik	0.90 - 1.00
Normal	0.75
Buruk	0.50 - 0.60

*Sumber : Training center Dept. PT. United Tractor Jakarta  
1997. Latihan Dasar Sistem Mesin*

Untuk faktor efisiensi kerja, waktu, dan operator diasumsikan dengan kondisi normal, dimana sumber daya manusia (operator) dan sumber daya alat dapat berfungsi dengan normal dan tidak ada hambatan yang berarti pada saat proses bekerja.

Faktor efisiensi kerja = 0.75 (tabel 5.5)

Faktor efisiensi waktu = 0.83 (tabel 5.6)

Faktor efisiensi operator = 0.95 (tabel 5.7)

Maka effisiensinya adalah :

$$E = 0.75 \times 0.83 \times 0.95 \\ = 0.591$$

Jadi produksi excavator per jam adalah :

$$TP = \frac{q \times 60 \times E}{Cm} \\ = \frac{0,88 \times 60 \times 0,591}{0,30} \\ = 104,43 \text{ m}^3/\text{jam}$$

### 3. Waktu Pelaksanaan Pekerjaan Galian dengan Excavator

Pekerjaan yang dilakukan dengan excavator adalah pekerjaan galian untuk basement. Perhitungan waktu penggunaan excavator berdasarkan atas volume pekerjaan dan produktivitas dari excavator tersebut.



Gambar 5.1 Pekerjaan Galian Dengan Excavator dan Dump Truk

Untuk menghitung jumlah excavator yang dibutuhkan dapat menggunakan rumus :

$$n = \frac{V_t}{TP \times T}$$

keterangan: T = rencana waktu penyelesaian  
 n = jumlah alat  
 TP = taksiran produksi  
 Vt = volume pekerjaan

Dengan asumsi 1 bulan = 25 hari kerja, dimana 1 hari kerja = 8 jam kerja

Rencana waktu penyelesaian = 2 bulan  
 = 50 hari  
 = 400 jam

Volume pekerjaan = 33948,775 m<sup>3</sup>

Maka jumlah alat yang dibutuhkan :

$$n = \frac{Vt}{TP \times T}$$

$$n = \frac{33948,775}{104,43 \times 400}$$

$$= 0,813 \rightarrow 1 \text{ unit}$$

Untuk menghitung lama waktu penggunaan excavator dapat dihitung dengan rumus berikut :

$$t = \frac{Vt}{TP \times n}$$

keterangan: n = jumlah dozer yang diperlukan

Vt = volume pekerjaan

TP = taksiran produksi

T = lama waktu penyelesaian dengan alat

Maka waktu pelaksanaan yang diperlukan bagi excavator untuk menyelesaikan pekerjaan galian basement adalah :

$$t = \frac{Vt}{TP \times n}$$

$$t = \frac{33948,775}{104,43 \times 1} = 325,08 \text{ jam}$$

$$t = \frac{325,08}{50} = 6,501 \text{ jam/hari}$$

Dengan asumsi peralatan bekerja 1 hari = 8 jam, dihitung lamanya alat mengalami idle time, yaitu dengan rumus :

$$\text{Idle time} = 8 \text{ jam} - t \text{ jam}$$

Maka :

$$\text{Idle time} = 8 \text{ jam} - t \text{ jam}$$

$$= 8 - 6,501$$



$$= 1,499 \text{ jam}$$

### 5.2.2 Perhitungan Produktivitas Dump Truck Tipe Nissan CWA 18T

Produksi Dump Truck yang di kombinasikan dengan excavator dapat dihitung dengan menggunakan rumus :

$$TP = \frac{C \times 60 \times FK}{CT}$$

Berikut adalah perhitungan menggunakan dump truck CWA 18T yang dikombinasikan dengan excavator model SK-200

#### 1. Produksi per siklus

$$C = n \times KB \times BF$$

Keterangan :

C = Kapasitas vessel  
 n = Jumlah pemuatan  
 KB = Kapasitas bucket  
 BF = Bucket factor

$$n = \frac{KV}{KB \times BF}$$

Keterangan :

n = Jumlah Pemuatan  
 KV = Kapasitas Dump Truck = 10 m<sup>3</sup>  
 KB = Kapasitas Bucket = 0.93 m<sup>3</sup>  
 BF = Bucket Factor = 0.95 (tabel 5.2)

Sehingga :

$$n = \frac{10 \text{ m}^3}{0.93 \text{ m}^3 \times 0.95} = 11.32 = 12 \text{ kali}$$

Jadi produksi per siklus dapat dihitung sebagai berikut :

$$\begin{aligned} C &= n \times KB \times BF \\ &= 12 \times 0.93 \times 0.95 \\ &= 10.60 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

## 2. Effisiensi

Faktor efisiensi kerja, waktu, dan operator diasumsikan dengan kondisi normal, dimana sumber daya manusia (operator) dan sumber daya alat dapat berfungsi dengan normal dan dapat melakukan pekerjaan dengan baik.

$$\begin{aligned} \text{Faktor efisiensi kerja, normal-sedang} &= 0.75 \text{ (tabel 5.5)} \\ \text{Faktor efisiensi waktu, normal} &= 0.83 \text{ (tabel 5.6)} \\ \text{Faktor efisiensi operator, baik} &= 0.95 \text{ (tabel 5.7)} \end{aligned}$$

Jadi effisiensinya

$$\begin{aligned} FK &= 0.75 \times 0.83 \times 0.95 \\ &= 0.591 \end{aligned}$$

## 3. Waktu Siklus

Waktu siklus untuk pekerjaan galian tanah dengan dump truk meliputi waktu untuk pengangkutan material galian, waktu pemindahan material galian ke tempat pembuangan galian, dan waktu untuk dumping serta mengatur posisi pada saat kondisi memuat material galian.

Untuk kondisi jalan yang dilalui oleh dump truk dari lokasi proyek menuju tempat pembuangan material

galian adalah ramai lancar dan jarang mengalami kemacetan.

$$CT = HT + RT + LT + t_1 + t_2$$

Keterangan :

CT = Waktu siklus

HT = Waktu angkut

RT = Waktu kembali

LT = Waktu pengisian bucket

t<sub>1</sub> = Waktu dumping

t<sub>2</sub> = Waktu mengatur posisi muat

- Waktu angkut (HT)

$$HT = \frac{J}{V_1}$$

Keterangan:

J = jarak angkut dump truck

V<sub>1</sub> = kecepatan angkut dump truck = 30 km/jam  
= 500 m/menit

- Waktu siklus dari daerah cut ke daerah pembuangan

$$J = 13000 \text{ m}$$

$$\text{Jadi HT} = \frac{13000 \text{ m}}{500 \text{ m/menit}} = 26 \text{ menit}$$

- Waktu kembali (RT)

$$RT = \frac{J}{V_2}$$

Keterangan :

J = jarak angkut dump truck

V<sub>2</sub> = kecepatan angkut dump truck 40 km/jam  
= 666.67 m/menit

- Waktu siklus dari daerah pembuangan ke daerah cut

$$J = 13000 \text{ m}$$

$$\text{Jadi HT} = \frac{13000 \text{ m}}{666.67 \text{ m/menit}} = 19.5 \text{ menit}$$

- Waktu pengisian bucket (LT)

$$\begin{aligned} \text{LT} &= n \times \text{Cmexc} \\ &= 12 \times 0.3 \\ &= 3.6 \text{ menit} \end{aligned}$$

- Waktu dumping dan loading (t1 dan t2)

Tabel 5.8 Waktu Dumping dan Persiapan Loading

Kondisi operasi	Waktu dumping t1	Waktu Loading t2
Baik	0.5 - 0.7	0.10 - 0.20
Sedang	1.00 - 1.3	0.25 - 0.35
Buruk	1.50 - 2.00	0.40 - 0.50

*Sumber : Training center Dept. PT. United Tractor Jakarta 1997.  
Latihan Dasar Sistem Mesin*

Jadi :

$$\text{Waktu dumping (t1)} = 1.20 \text{ menit}$$

$$\text{Waktu loading (t2)} = 0.30 \text{ menit}$$

Maka waktu siklus dump truck adalah :

$$\text{CT} = \text{HT} + \text{RT} + \text{LT} + \text{t1} + \text{t2}$$

$$\text{CT} = 26 + 19.5 + 3.6 + 1.2 + 0.3 = 50.6 \text{ menit}$$

Jadi produksi Dump Truck per jam adalah :

$$TP = \frac{C \times 60 \times FK}{CT} = \frac{10.60 \times 60 \times 0.591}{50.6} = 7.43 \text{ m}^3/\text{jam}$$

#### 4. Waktu Pelaksanaan Pekerjaan Galian dengan Dump Truk

Dump truk digunakan untuk membuang tanah hasil galian dari excavator. Untuk dapat mengetahui jumlah dump truk yang dibutuhkan untuk pekerjaan galian tersebut dapat menggunakan rumus:

$$n = \frac{TP_{excv} (\text{m}^3/\text{jam})}{TPd (\text{m}^3/\text{jam})}$$

keterangan: TPd = Taksiran produksi dump truck (m<sup>3</sup>/jam)  
 n = Jumlah dump truck  
 TP<sub>exc</sub>v = taksiran produksi excavator (m<sup>3</sup>/jam)

Dengan asumsi 1 bulan = 25 hari kerja, dimana 1 hari kerja = 8 jam kerja

Rencana waktu penyelesaian = 2 bulan  
 = 50 hari  
 = 400 jam

Volume pekerjaan = 33948,775 m<sup>3</sup>

Maka jumlah dump truk yang dibutuhkan :

$$n = \frac{TP_{excv} (\text{m}^3/\text{jam})}{TPd (\text{m}^3/\text{jam})}$$

$$n = \frac{104.43}{7.43}$$

$$= 14,05 \text{ unit} \rightarrow 14 \text{ unit}$$

Untuk menghitung lama waktu penggunaan excavator dapat dihitung dengan rumus berikut :

$$t = \frac{V_t}{TP \times n}$$

keterangan: n = jumlah dozer yang diperlukan  
 $V_t$  = volume pekerjaan  
 TP = taksiran produksi  
 T = lama waktu penyelesaian dengan alat

Maka waktu pelaksanaan yang diperlukan bagi dump truk untuk menyelesaikan pekerjaan galian basement adalah :

$$t = \frac{V_t}{TP \times n}$$

$$t = \frac{88948,776}{7,43 \times 14} = 362,37 \text{ jam}$$

$$t = \frac{362,37}{50} = 6,53 \text{ jam/hari}$$

Dengan asumsi peralatan bekerja 1 hari = 8 jam, dihitung lamanya alat mengalami idle time, yaitu dengan rumus :

$$\text{Idle time} = 8 \text{ jam} - t \text{ jam}$$

Maka :

$$\text{Idle time} = 8 \text{ jam} - t \text{ jam}$$

$$= 8 - 6,53$$

$$= 1,47 \text{ jam}$$

Agar idle time tidak terlalu lama dan untuk efisiensi pekerjaan dengan dump truk maka di rencanakan dengan jumlah dump truk 12 unit. Dengan perhitungan sebagai berikut :

Maka waktu pelaksanaan yang diperlukan bagi dump truk untuk menyelesaikan pekerjaan galian basement adalah :

$$t = \frac{Vt}{TP \times n}$$

$$t = \frac{33940,775}{7,48 \times 12} = 380,76 \text{ jam}$$

$$t = \frac{380,76}{50} = 7,61 \text{ jam/hari}$$

Dengan asumsi peralatan bekerja 1 hari = 8 jam, dihitung lamanya alat mengalami idle time, yaitu dengan rumus :

$$\text{Idle time} = 8 \text{ jam} - t \text{ jam}$$

Maka :

$$\text{Idle time} = 8 \text{ jam} - t \text{ jam}$$

$$= 8 - 7,61$$

$$= 0,38 \text{ jam}$$

Tabel 5.9 Kombinasi dump truck dan excavator

	Excavator (SK-200)	Dump Truck (CWA 18)
Kapasitas (m <sup>3</sup> )	0,93	10
Bucket Factor	0,95	
Loading		12
Kapasitas Viesel (m <sup>3</sup> )	10,60	
Cycle Time (dt)	18	50,6
Faktor Koreksi	0,591	0,591
Jarak Angkut (m)		13000
Kec. Angkut (Km/Jam)		30
Kec. Kembali (Km/Jam)		40
Waktu Angkut (Menit)		26
Pengisian Bucket (Menit)		3,6
Waktu Dumping (Menit)		1,2
Waktu Loading (Menit)		0,3
Produktivitas (m <sup>3</sup> /Jam)	104,43	7,43



### 5.2.3 Perhitungan Produktivitas Wheel Loader Tipe CAT 950H

Produksi per jam wheel loader pada suatu pekerjaan urugan adalah sebagai berikut :

$$TP = \frac{q \times 60 \times E}{Cm} \text{ (m}^3\text{/jam)}$$

Keterangan :

TP = Taksiran produksi (m<sup>3</sup>/jam)

q = Produksi per siklus (m<sup>3</sup>)

E = Efisiensi kerja

Cm = Waktu siklus (menit)

Untuk spesifikasi wheel loader tipe Caterpillar 950H dapat dilihat pada Tabel 5.10 berikut :

Tabel 5.10 Spesifikasi Wheel Loader

	Model	Caterpillar 950H
Attachments	Bucket capacity	2.5 – 3.5 m <sup>3</sup>
	Bucket width	9.6 ft Kg
Dimensions	Height to top	11.3 ft
	Ground clearance	1.35 ft
	Dump angle	48.2 degrees
Engine	Net power-ISO 9249	197.0 hp
	Displacement	439.0 In3

Perhitungan wheel loader dengan menggunakan tipe Caterpillar 950H sebagai berikut :

## 1. Produksi per siklus

$$q = L \times H^2 \times BF$$

Keterangan :

L = Lebar sudut = 3.0 m  
 H = Tinggi sudut = 0.9 m  
 BF = Blade factor = 0.8 (tabel 5.11)

Nilai untuk blade factor diasumsikan pada kondisi operasi sedang dimana blade tidak penuh mendorong tanah, untuk tanah dengan campuran garvel, pasir atau lepas, sehingga dipakai nilai rata-rata yaitu 0,80.

Jadi produksi per siklus dapat dihitung :

$$\begin{aligned} q &= 3.0 \times 0.9^2 \times 0.8 \\ &= 1.94 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

Tabel 5.11 Blade factor untuk Wheel Loader

Kondisi Operasi	Blade Factor	
Mudah digusur	Blade mendorong tanah penuh, untuk kadar yang loose, lepas, kandungan air rendah	1.00 - 0.90
Sedang	Blade tidak penuh mendorong tanah, untuk tanah dengan campuran gravel, pasir atau lepas	0.90 - 0.70
Agak sukar digusur	Untuk tanah liat yang kandungan airnya tinggi, pasir campur kerikil, tanah liat yang keras	0.70 - 0.60
Sulit	Untuk batuan hasil ledakan atau batuan berukuran besar dan tertanam kuat pada tanah	0.60 - 0.40

*Sumber : Training center Dept. PT. United Tractor Jakarta 1997.  
 Latihan Dasar Sistem Mesin*

## 2. Effisiensi

Faktor efisiensi kerja diasumsikan pada kondisi medan dengan kondisi standart yaitu biasa serta untuk kondisi pengurugan diasumsikan bagus karena peralatan berat yang digunakan cukup bagus dan memadai sehingga didapatkan nilai faktor efisiensi 0,69.

Sedangkan faktor efisiensi waktu dan operator diasumsikan pada kondisi normal dan baik pada saat bekerja.

Tabel 5.12 Faktor Effisiensi Kerja Wheel Loader

Kondisi medan	Kondisi Pengurugan			
	Memuaskan	Bagus	Biasa	Buruk
Memuaskan	0.84	0.81	0.76	0.70
Bagus	0.78	0.75	0.71	0.65
Biasa	0.72	0.69	0.65	0.60
Buruk	0.63	0.61	0.57	0.52

*Sumber : Training center Dept. PT. United Tractor Jakarta  
1997. Latihan Dasar Sistem Mesin*

Faktor efisiensi kerja, medan biasa, alat bagus = 0.69  
(tabel 5.6)

Faktor efisiensi waktu, normal = 0.83  
(tabel 5.6 )

Faktor efisiensi operator, baik = 0.95  
(tabel 5.7)

Jadi :

$$FK = 0.69 \times 0.83 \times 0.95$$

$$= 0.544$$

### 3. Waktu siklus (Cm)

$$\begin{array}{llll} \text{Kecepatan maju} & F & = 4.3 \text{ km/jam} & = 71.67 \text{ m/menit} \\ \text{Kecepatan mundur} & R & = 6.5 \text{ km/jam} & = 108.33 \text{ m/menit} \\ \text{Waktu ganti persnelling} & Z & & = 0.05 \text{ menit} \\ \text{Jarak urug} & & & = 20 \text{ m} \end{array}$$

Jadi waktu siklus:

$$Cm = \frac{20}{71.67} + \frac{20}{108.33} + 0.05 = 0.512 \text{ menit}$$

Maka produktivitas wheel loader per jam adalah :

$$TP = \frac{1.94 \times 60 \times 0.544}{0.512} = 122.04 \text{ m}^3/\text{jam (loose atau lepas)}$$

### 4. Waktu Pelaksanaan Pekerjaan Urugan dengan Wheel Loader

Penggunaan wheel loader adalah untuk pekerjaan urugan pada basement. Untuk perhitungan jumlah wheel loader yang dibutuhkan untuk pekerjaan urugan tersebut dapat menggunakan rumus:

$$n = \frac{Vt}{TP \times T}$$

keterangan:    T        = rencana waktu penyelesaian  
                       n        = jumlah alat  
                       TP       = taksiran produksi  
                       Vt       = volume pekerjaan

Dengan asumsi 1 bulan = 25 hari kerja, dimana 1 hari kerja = 8 jam kerja

Rencana waktu penyelesaian = 4 hari  
 = 32 jam  
 Volume pekerjaan = 3151,652 m<sup>3</sup>  
 Maka jumlah alat yang dibutuhkan :

$$n = \frac{V_t}{TP \times T}$$

$$n = \frac{3151,652}{122,04 \times 32}$$

$$= 0,807 \rightarrow 1 \text{ unit}$$

Untuk menghitung lama waktu penggunaan wheel loader dapat dihitung dengan rumus berikut :

$$t = \frac{V_t}{TP \times n}$$

keterangan: n = jumlah dozer yang diperlukan  
 Vt = volume pekerjaan  
 TP = taksiran produksi  
 T = lama waktu penyelesaian dengan alat

Maka waktu pelaksanaan yang diperlukan bagi wheel loader untuk menyelesaikan pekerjaan urugan tanah adalah :

$$t = \frac{V_t}{TP \times n}$$

$$t = \frac{3151,652}{122,04 \times 1} = 25,82 \text{ jam}$$

$$t = \frac{25,82}{4} = 6,455 \text{ jam/hari}$$

Dengan asumsi peralatan bekerja 1 hari = 8 jam, dihitung lamanya alat mengalami idle time, yaitu dengan rumus :

$$\text{Idle time} = 8 \text{ jam} - t \text{ jam}$$

Maka :

$$\text{Idle time} = 8 \text{ jam} - t \text{ jam}$$

$$= 8 - 6,455$$

$$= 1,545 \text{ jam}$$

#### 5.2.4 Perhitungan Produktivitas Tower Crane Tipe Potain MC 310 k12

Tower yang digunakan adalah Potain MC 310 k12 dengan *lifting capacity* 3,2 ton di ujung jib dan memiliki radius 70 m yang mampu menjangkau seluruh area proyek. Pada pekerjaan ini tower crane dilengkapi dengan concrete bucket berkapasitas 0,8 m<sup>3</sup>. Berikut ini adalah kecepatan untuk tower crane :

- Kecepatan pada waktu pergi :
  - Kecepatan Slewing = 0,7 rpm = 252°/menit
  - Kecepatan Hoisting = 40 m/menit
  - Kecepatan Landing = 40 m/menit
  - Kecepatan Trolley = 50m/menit
- Kecepatan pada waktu Kembali :
  - Kecepatan Slewing = 0,7 rpm = 252°/menit
  - Kecepatan Hoisting = 80 m/menit
  - Kecepatan Landing = 80 m/menit
  - Kecepatan Trolley = 100 m/menit

Yang dimaksud satu siklus adalah urutan pekerjaan yang dilakukan tower crane dalam satu kegiatan produksi, yaitu :

- Muat/pasang
- Angkat
- Bongkar/lepas

- Kembali

### 1. Produksi per siklus

Yang dimaksud dengan produksi dalam satu siklus disini adalah volume material yang akan diangkut tower crane untuk satu kali pengangkatan. Untuk pengangkatan beton, tulangan, bekisting, scaffolding, horybeam dan pipe support diakumulasikan ke kg. Untuk mengetahui produksi per siklus penggunaan tower crane dapat dilihat pada Tabel 5.13 dibawah ini :

Tabel 5.13 Produksi Per Siklus Tower Crane

No	Pekerjaan	Produksi	Satuan
1	Pengecoran	0.8	m3
2	Pengangkatan Material		
	a. Tulangan	500	Kg
	b. Bekisting	1300	Kg
	c. Scaffolding	1650	Kg
	d. Horybeam	625	Kg
	e. Pipe Support	1400	Kg

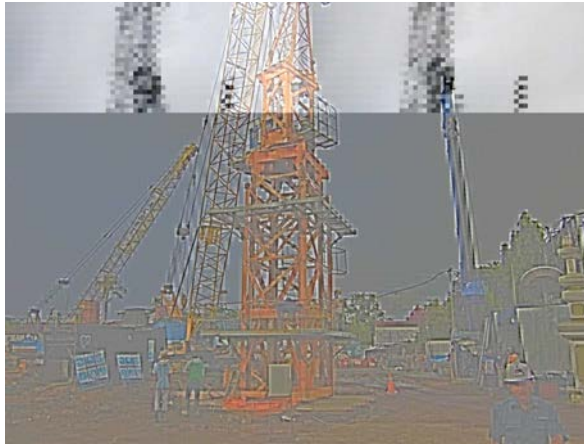
*Sumber : Asumsi di lapangan*

### 2. Perhitungan Waktu Siklus

Waktu siklus adalah waktu yang diperlukan oleh tower crane untuk menyelesaikan kegiatan produksi, meliputi waktu muat, waktu angkat, waktu bongkar, dan waktu kembali.

Sulit untuk mendapatkan waktu standar sesuai dengan waktu sebenarnya. Hal ini dikarenakan banyaknya kondisi yang menyebabkan ketidakseragaman dari waktu siklus kondisi tersebut adalah :

- a. Kondisi cuaca : seperti angin, hujan, siang dan malam
- b. Kondisi alat : seperti merk, usia, dan perawatan
- c. Kondisi tenaga kerja : seperti keterampilan operator, kecepatan pekerja, kedisiplinan, dan fisik pekerja
- d. Komunikasi antara operator dan pekerja ditempat pemuatan dan pelepasan material



Gambar 5.2 Proses Perakitan Tower Crane

- Perhitungan Waktu Pengangkatan

Waktu pengangkatan oleh tower crane dihitung berdasarkan jarak tempuh dan frekuensi alat melakukan pergi, pulang dan waktu untuk bongkar muat dimana waktu tersebut tergantung berdasarkan waktu hoisting, slewing, trolley dan landing. Perhitungan jarak tempuh atau perletakan material didasarkan pada titik pusat pada segmen-segmen yang telah ditentukan.

Setelah diketahui titik pusat per segmen dari perletakan material atau titik pusat masing-masing kolom pada proses pengecoran kolom, maka dapat di



hitung waktu pengangkatan dengan menggunakan tower crane berdasarkan waktu hoisting, slewing, trolley, dan landing.

- Perhitungan Waktu Kembali

Waktu kembali adalah waktu yang diperlukan tower crane untuk kembali ke posisi semula sehingga dapat dilakukan pemuatan kembali. Besarnya waktu kembali dipengaruhi oleh kecepatan dan jarak hoisting, slewing, trolley dan jarak landing.

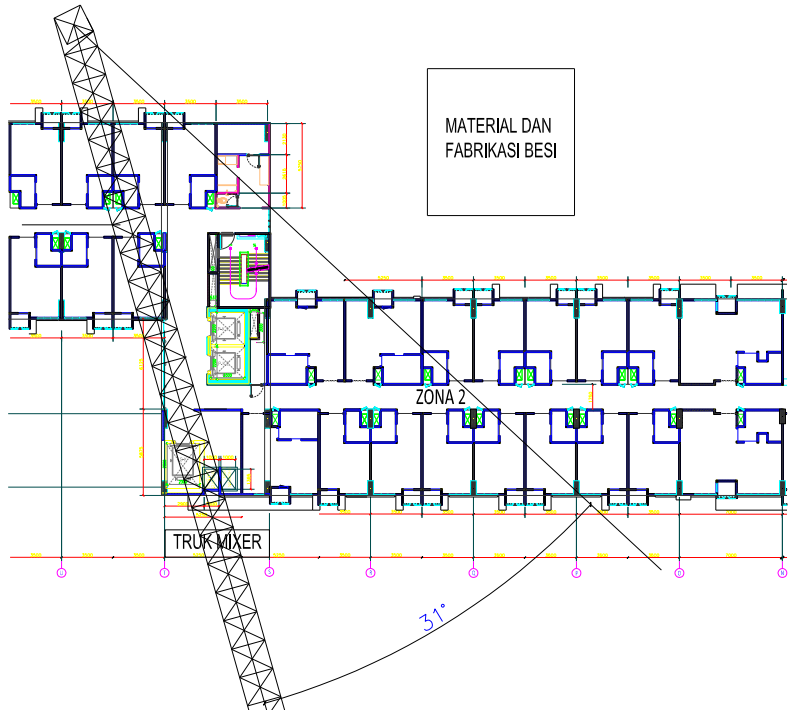
- Perhitungan Waktu Muat dan Bongkar

Waktu muat adalah waktu untuk mengisi atau mengatur muatan material yang akan diangkut keposisi pelaksanaan pekerjaan. Sedangkan waktu bongkar adalah waktu untuk menuangkan atau meletakkan material keposisi pelaksanaan pekerjaan. Untuk mendapatkan waktu muat dan bongkar dengan melakukan pengamatan dilapangan.

### 3. Perhitungan Waktu Pelaksanaan Tower Crane

Tower crane digunakan pada pekerjaan struktur pemasangan tulangan, pengangkatan bekisting dan perancah (scaffolding) dari lantai B1 sampai dengan lantai 9, serta untuk pengecoran dengan concrete bucket lantai 7 sampai dengan lantai 9.

Adapun contoh perhitungan waktu pengecoran untuk pekerjaan kolom pada lantai 7 zona 2 pada As P-11 adalah sebagai berikut :



Gambar 5.3 Posisi Tower Crane pada saat pengecoran kolom lantai 7 As P-11

- Jarak kolom terhadap tower crane

$$\begin{aligned}
 D &= \sqrt{(Y_{tc} - Y_k)^2 + (X_k - X_{tc})^2} \\
 &= \sqrt{(322312 - 285440)^2 + (1176286 - 1144653)^2} \\
 &= 48581 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

$$= 48,58 \text{ m}$$

- Jarak truk mixer terhadap tower crane

$$\begin{aligned} D &= \sqrt{(Y_{tc} - Y_{tm})^2 + (X_{tm} - X_{tc})^2} \\ &= \sqrt{(322312 - 280723)^2 + (1148375 - 1144653)^2} \\ &= 41756 \text{ mm} \\ &= 41,76 \text{ m} \end{aligned}$$

- Jarak trolley  
 $d = \text{Jarak kolom terhadap TC} - \text{Jarak truk mixer terhadap TC}$   
 $= 48,58 \text{ m} - 41,76 \text{ m}$   
 $= 6,83 \text{ m}$

Perhitungan waktu dan produktivitas tower crane selengkapnya dapat dilihat pada table di lampiran.

Untuk penentuan posisi pekerjaan pengecoran kolom dengan tower crane ditabelkan pada Tabel 5.14 berikut ini :

Tabel 5.14 Penentuan Posisi Pekerjaan Pengecoran Kolom

Pekerjaan	Titik/As	Posisi TC		Posisi Supply		Posisi Demand		Jarak TC ke D		Jarak TC ke S		Jarak S ke DI		Jarak Trolley
		X	Y	X	Y	X	Y	D (m)		d (m)		d' (m)		
		b	c	d	e	f	g	$h = ((c-g)^2 + (b-f)^2)^{1/2}$		$i = ((c-e)^2 + (b-d)^2)^{1/2}$		$j = h - i$		
	T-7	1144653	322312.4	1148375	280723	1148263	309653.1	13.16		41.76		28.93		28.59
	T-8	1144653	322312.4	1148375	280723	1148263	302177	20.46		41.76		21.45		21.30
	T-9	1144653	322312.4	1148375	280723	1148263	297606.9	24.97		41.76		16.88		16.79
	T-10	1144653	322312.4	1148375	280723	1148263	290168.2	32.35		41.76		9.45		9.41
	T-11	1144653	322312.4	1148375	280723	1148263	285439.3	37.05		41.76		4.72		4.71
	S-7	1144653	322312.4	1148375	280723	1155263	309661.9	16.51		41.76		29.75		25.24
	S-8	1144653	322312.4	1148375	280723	1155263	302162.5	22.77		41.76		22.52		18.98
	S-9	1144653	322312.4	1148375	280723	1155263	297628.5	26.87		41.76		18.25		14.89
	S-10	1144653	322312.4	1148375	280723	1155263	290162.5	33.86		41.76		11.69		7.90
	S-11	1144653	322312.4	1148375	280723	1155263	285431.5	38.38		41.76		8.34		3.38
	R-9	1144653	322312.4	1148375	280723	1162289	297664.7	30.31		41.76		21.92		11.45
	R-10	1144653	322312.4	1148375	280723	1162289	290160.7	36.67		41.76		16.81		5.08
	R-11	1144653	322312.4	1148375	280723	1162289	285435.2	40.88		41.76		14.69		0.88
	Q-9	1144653	322312.4	1148375	280723	1169276	297667.6	34.84		41.76		26.91		6.92
	Q-10	1144653	322312.4	1148375	280723	1169276	290158.6	40.50		41.76		22.93		1.26
	Q-11	1144653	322312.4	1148375	280723	1169276	285435.2	44.34		41.76		21.43		2.59
	P-9	1144653	322312.4	1148375	280723	1176286	297665.2	40.10		41.76		32.65		1.65
	P-10	1144653	322312.4	1148375	280723	1176286	290158.6	45.11		41.76		29.46		3.35
	P-11	1144653	322312.4	1148375	280723	1176286	285439.6	48.58		41.76		28.31		6.83
	O-9	1144653	322312.4	1148375	280723	1183257	297667.2	45.80		41.76		38.78		4.04
	O-10	1144653	322312.4	1148375	280723	1183257	290170	50.23		41.76		36.14		8.48
	O-11	1144653	322312.4	1148375	280723	1183257	285439.6	53.38		41.76		35.20		11.63
	N-9	1144653	322312.4	1148375	280723	1190255	297820.3	51.76		41.76		45.24		10.01
	N-10	1144653	322312.4	1148375	280723	1190255	290280.1	55.73		41.76		42.96		13.97
	N-11	1144653	322312.4	1148375	280723	1190255	285441.4	58.64		41.76		42.14		16.89
	M-9	1144653	322312.4	1148375	280723	1193724	297811.8	54.85		41.76		48.46		13.09
	M-10	1144653	322312.4	1148375	280723	1193724	290315.3	58.58		41.76		46.35		16.83
	M-11	1144653	322312.4	1148375	280723	1193724	285441.4	61.38		41.76		45.59		19.62

Kolom

## 1. Perhitungan waktu pengangkatan

## a. Hoisting (angkat)

$$\text{Kecepatan (v)} = 40 \text{ m/menit}$$

$$\text{Jarak ketinggian (h)} = + 26 \text{ m}$$

$$\begin{aligned} \text{Waktu (t=h/v)} &= t = \frac{26 \text{ m}}{40 \text{ m/menit}} \\ &= 0,650 \text{ menit} \end{aligned}$$

## b. Slewing (putar)

$$\text{Kecepatan (v)} = 252^\circ$$

$$\text{Sudut (d)} = 31^\circ$$

$$\begin{aligned} \text{Waktu (t=d/v)} &= t = \frac{31^\circ}{252^\circ/\text{menit}} \\ &= 0,123 \text{ menit} \end{aligned}$$

## c. Trolley (mekanisme jalan trolley)

$$\text{Kecepatan (v)} = 50 \text{ m/menit}$$

$$\text{Jarak (d)} = 6,83 \text{ m}$$

$$\begin{aligned} \text{Waktu (t=d/v)} &= t = \frac{6,83 \text{ m}}{50 \text{ m/menit}} \\ &= 0,136 \text{ menit} \end{aligned}$$

## d. Landing (turun)

$$\text{Kecepatan (v)} = 40 \text{ m/menit}$$

$$\text{Jarak ketinggian (h)} = 2 \text{ m}$$

$$\begin{aligned} \text{Waktu (t=h/v)} &= t = \frac{2 \text{ m}}{40 \text{ m/menit}} \\ &= 0,05 \text{ menit} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Total waktu pengangkatan} &= \text{Hoisting} + \text{Slewing} + \\ &\quad \text{Trolley} + \text{Landing} \\ &= 0,650 + 0,123 + 0,136 \\ &\quad + 0,05 \\ &= 0,96 \text{ menit} \end{aligned}$$

Untuk perhitungan waktu angkat pengecoran kolom dengan tower crane ditabelkan pada Tabel 5.15

## 2. Perhitungan waktu kembali

### a. Hoisting (angkat)

$$\text{Kecepatan (v)} = 80 \text{ m/menit}$$

$$\text{Jarak ketinggian (h)} = 2 \text{ m}$$

$$\begin{aligned} \text{Waktu (t=h/v)} &= t = \frac{2 \text{ m}}{80 \text{ m/menit}} \\ &= 0,025 \text{ menit} \end{aligned}$$

### b. Slewing (putar)

$$\text{Kecepatan (v)} = 252^\circ$$

$$\text{Sudut (d)} = 31^\circ$$

$$\begin{aligned} \text{Waktu (t=d/v)} &= t = \frac{31^\circ}{252^\circ/\text{menit}} \\ &= 0,123 \text{ menit} \end{aligned}$$

### c. Trolley (mekanisme jalan trolley)

$$\text{Kecepatan (v)} = 100 \text{ m/menit}$$

$$\text{Jarak (d)} = 6,83 \text{ m}$$

$$\begin{aligned} \text{Waktu (t=d/v)} &= t = \frac{6,83 \text{ m}}{100 \text{ m/menit}} \\ &= 0,068 \text{ menit} \end{aligned}$$

### d. Landing (turun)

$$\text{Kecepatan (v)} = 80 \text{ m/menit}$$

$$\text{Jarak ketinggian (h)} = 26 \text{ m}$$

$$\begin{aligned} \text{Waktu (t=h/v)} &= t = \frac{26 \text{ m}}{80 \text{ m/menit}} \\ &= 0,325 \text{ menit} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Total waktu kembali} &= \text{Hoisting} + \text{Slewing} + \text{Trolley} \\ &\quad + \text{Landing} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 &= 0,025 + 0,123 + 0,068 \\
 &\quad + 0,325 \\
 &= 0,54 \text{ menit}
 \end{aligned}$$

Untuk perhitungan waktu kembali pengecoran kolom dengan tower crane ditabelkan pada Tabel 5.16

### 3. Waktu Bongkar Muat

#### a. Waktu Bongkar

Waktu untuk membongkar beton ready mix dari bucket untuk dituangkan pada kolom yang akan dicor.

Waktu bongkar = 3 menit (pengamatan lapangan)

#### b. Waktu Muat

Waktu untuk memuat beton ready mix dari truk mixer yang dimasukkan kedalam concrete bucket.

Waktu muat = 2 menit (pengamatan lapangan)

### 4. Perhitungan Waktu Siklus

Waktu siklus adalah penjumlahan dari waktu muat, waktu angkat, waktu bongkar dan waktu kembali.

Waktu siklus = waktu angkat + waktu kembali + waktu bongkar + waktu muat

$$= 0,96 + 0,54 + 3 + 2 = 6,50 \text{ menit}$$

Untuk perhitungan waktu siklus pengecoran kolom dengan tower crane ditabelkan pada Tabel 5.17

Tabel 5.15 Waktu Angkat Pengecoran Kolom Tower Crane

WAKTU ANGKAT																
Pekerjaan	Lantai	Titik/As	Hoisting			Slewing			Trolley			Landing			Waktu Total (mnt)	
			V (m/mnt)	h (m)	t (mnt)	V (°/mnt)	d (°)	p	t (mnt)	V (m/mnt)	r	s	V (m/mnt)	d (m)		t (mnt)
Kolom	Lantai 7	T-7	40	26	0.650	252	10	0.0397	50	28.59	0.57183	40	2	0.05	1.31	
	Lantai 7	T-8	40	26	0.650	252	1	0.0040	50	21.30	0.42598	40	2	0.05	1.13	
	Lantai 7	T-9	40	26	0.650	252	4	0.0159	50	16.79	0.33576	40	2	0.05	1.05	
	Lantai 7	T-10	40	26	0.650	252	7	0.0278	50	9.41	0.18819	40	2	0.05	0.92	
	Lantai 7	T-11	40	26	0.650	252	9	0.0357	50	4.71	0.09412	40	2	0.05	0.83	
	Lantai 7	S-7	40	26	0.650	252	31	0.1230	50	25.24	0.50489	40	2	0.05	1.33	
	Lantai 7	S-8	40	26	0.650	252	16	0.0635	50	18.98	0.37965	40	2	0.05	1.14	
	Lantai 7	S-9	40	26	0.650	252	11	0.0437	50	14.89	0.29775	40	2	0.05	1.04	
	Lantai 7	S-10	40	26	0.650	252	5	0.0198	50	7.90	0.15800	40	2	0.05	0.88	
	Lantai 7	S-11	40	26	0.650	252	2	0.0079	50	3.38	0.06757	40	2	0.05	0.78	
	Lantai 7	R-9	40	26	0.650	252	23	0.0913	50	11.45	0.22896	40	2	0.05	1.02	
	Lantai 7	R-10	40	26	0.650	252	15	0.0595	50	5.08	0.10169	40	2	0.05	0.86	
	Lantai 7	R-11	40	26	0.650	252	11	0.0437	50	0.88	0.01756	40	2	0.05	0.76	
	Lantai 7	Q-9	40	26	0.650	252	31	0.1230	50	6.92	0.13835	40	2	0.05	0.96	
	Lantai 7	Q-10	40	26	0.650	252	23	0.0913	50	1.26	0.02513	40	2	0.05	0.82	
	Lantai 7	Q-11	40	26	0.650	252	19	0.0754	50	2.59	0.05173	40	2	0.05	0.83	
	Lantai 7	P-9	40	26	0.650	252	38	0.1508	50	1.65	0.03307	40	2	0.05	0.88	
	Lantai 7	P-10	40	26	0.650	252	29	0.1151	50	3.35	0.06701	40	2	0.05	0.88	
	Lantai 7	P-11	40	26	0.650	252	31	0.1230	50	6.83	0.13654	40	2	0.05	0.96	
	Lantai 7	O-9	40	26	0.650	252	43	0.1706	50	4.04	0.08089	40	2	0.05	0.95	
	Lantai 7	O-10	40	26	0.650	252	35	0.1389	50	8.48	0.16956	40	2	0.05	1.01	
	Lantai 7	O-11	40	26	0.650	252	32	0.1270	50	11.63	0.23257	40	2	0.05	1.06	
	Lantai 7	N-9	40	26	0.650	252	47	0.1865	50	10.01	0.20015	40	2	0.05	1.09	
	Lantai 7	N-10	40	26	0.650	252	40	0.1587	50	13.97	0.27945	40	2	0.05	1.14	
	Lantai 7	N-11	40	26	0.650	252	36	0.1429	50	16.89	0.33775	40	2	0.05	1.18	
	Lantai 7	M-9	40	26	0.650	252	49	0.1944	50	13.09	0.26184	40	2	0.05	1.16	
	Lantai 7	M-10	40	26	0.650	252	41	0.1627	50	16.83	0.33652	40	2	0.05	1.20	
	Lantai 7	M-11	40	26	0.650	252	38	0.1508	50	19.62	0.39248	40	2	0.05	1.24	



Tabel 5.16 Waktu Kembali Pengcoran Kolom Tower Crane

Pekerjaan	Lantai	Titik/As	Hoisting		Slewing		Trolley		Landing		Waktu Total $x = (m+q+t+w)$				
			V (m/mnt)	h (m)	t (mnt)	n = m/l	V (°/mnt)	o	p	q = p/o		r	s	t = s/r	V (m/mnt)
Kolom	Lantai 7	T-7	80	2	0,025	252	10	0,040	100	28,59	0,28592	80	26	0,325	0,68
	Lantai 7	T-8	80	2	0,025	252	1	0,040	100	21,30	0,21299	80	26	0,325	0,57
	Lantai 7	T-9	80	2	0,025	252	4	0,0159	100	16,79	0,16788	80	26	0,325	0,53
	Lantai 7	T-10	80	2	0,025	252	7	0,0278	100	9,41	0,09409	80	26	0,325	0,47
	Lantai 7	T-11	80	2	0,025	252	9	0,0357	100	4,71	0,04706	80	26	0,325	0,43
	Lantai 7	S-7	80	2	0,025	252	31	0,1230	100	25,24	0,25244	80	26	0,325	0,73
	Lantai 7	S-8	80	2	0,025	252	16	0,0635	100	18,98	0,18983	80	26	0,325	0,60
	Lantai 7	S-9	80	2	0,025	252	11	0,0437	100	14,89	0,14888	80	26	0,325	0,54
	Lantai 7	S-10	80	2	0,025	252	5	0,0198	100	7,90	0,07900	80	26	0,325	0,45
	Lantai 7	S-11	80	2	0,025	252	2	0,0079	100	3,38	0,03379	80	26	0,325	0,39
	Lantai 7	R-9	80	2	0,025	252	23	0,0913	100	11,45	0,11448	80	26	0,325	0,56
	Lantai 7	R-10	80	2	0,025	252	15	0,0595	100	5,08	0,05084	80	26	0,325	0,46
	Lantai 7	R-11	80	2	0,025	252	11	0,0437	100	0,88	0,00878	80	26	0,325	0,40
	Lantai 7	Q-9	80	2	0,025	252	31	0,1230	100	6,92	0,06918	80	26	0,325	0,54
	Lantai 7	Q-10	80	2	0,025	252	23	0,0913	100	1,26	0,01256	80	26	0,325	0,45
	Lantai 7	Q-11	80	2	0,025	252	19	0,0754	100	2,59	0,02587	80	26	0,325	0,45
	Lantai 7	P-9	80	2	0,025	252	38	0,1508	100	1,65	0,01654	80	26	0,325	0,52
	Lantai 7	P-10	80	2	0,025	252	29	0,1151	100	3,35	0,03350	80	26	0,325	0,50
	Lantai 7	P-11	80	2	0,025	252	31	0,1230	100	6,83	0,06827	80	26	0,325	0,54
	Lantai 7	O-9	80	2	0,025	252	43	0,1706	100	4,04	0,04045	80	26	0,325	0,56
	Lantai 7	O-10	80	2	0,025	252	35	0,1389	100	8,48	0,08478	80	26	0,325	0,57
	Lantai 7	O-11	80	2	0,025	252	32	0,1270	100	11,63	0,11629	80	26	0,325	0,59
	Lantai 7	N-9	80	2	0,025	252	47	0,1865	100	10,01	0,10008	80	26	0,325	0,64
	Lantai 7	N-10	80	2	0,025	252	40	0,1587	100	13,97	0,13973	80	26	0,325	0,65
	Lantai 7	N-11	80	2	0,025	252	36	0,1429	100	16,89	0,16888	80	26	0,325	0,66
	Lantai 7	M-9	80	2	0,025	252	49	0,1944	100	13,09	0,13092	80	26	0,325	0,68
	Lantai 7	M-10	80	2	0,025	252	41	0,1627	100	16,83	0,16826	80	26	0,325	0,68
	Lantai 7	M-11	80	2	0,025	252	38	0,1508	100	19,62	0,19624	80	26	0,325	0,70

Tabel 5.17 Waktu Siklus Pengecoran Kolom Tower Crane

Pekerjaan	Lantai	Titik/As	Waktu Angkat	Waktu Kembali	Waktu Bongkar (mnt)	Waktu Muat (mnt)	Waktu Siklus	
			(mnt) $x = (n+q+t+w)$	(mnt) $x = (n+q+t+w)$			(mnt)	jam
Kolom	Lantai 7	T-7	1,31	0,68	3	2	6,99	0,12
	Lantai 7	T-8	1,13	0,57	3	2	6,70	0,11
	Lantai 7	T-9	1,05	0,53	3	2	6,59	0,11
	Lantai 7	T-10	0,92	0,47	3	2	6,39	0,11
	Lantai 7	T-11	0,83	0,43	3	2	6,26	0,10
	Lantai 7	S-7	1,33	0,73	3	2	7,05	0,12
	Lantai 7	S-8	1,14	0,60	3	2	6,75	0,11
	Lantai 7	S-9	1,04	0,54	3	2	6,58	0,11
	Lantai 7	S-10	0,88	0,45	3	2	6,33	0,11
	Lantai 7	S-11	0,78	0,39	3	2	6,17	0,10
	Lantai 7	R-9	1,02	0,56	3	2	6,58	0,11
	Lantai 7	R-10	0,86	0,46	3	2	6,32	0,11
	Lantai 7	R-11	0,76	0,40	3	2	6,16	0,10
	Lantai 7	Q-9	0,96	0,54	3	2	6,50	0,11
	Lantai 7	Q-10	0,82	0,45	3	2	6,27	0,10
	Lantai 7	Q-11	0,83	0,45	3	2	6,28	0,10
	Lantai 7	P-9	0,88	0,52	3	2	6,40	0,11
	Lantai 7	P-10	0,88	0,50	3	2	6,38	0,11
	Lantai 7	P-11	0,96	0,54	3	2	6,50	0,11
	Lantai 7	O-9	0,95	0,56	3	2	6,51	0,11
	Lantai 7	O-10	1,01	0,57	3	2	6,58	0,11
	Lantai 7	O-11	1,06	0,59	3	2	6,65	0,11
	Lantai 7	N-9	1,09	0,64	3	2	6,72	0,11
	Lantai 7	N-10	1,14	0,65	3	2	6,79	0,11
	Lantai 7	N-11	1,18	0,66	3	2	6,84	0,11
	Lantai 7	M-9	1,16	0,68	3	2	6,83	0,11
	Lantai 7	M-10	1,20	0,68	3	2	6,88	0,11
	Lantai 7	M-11	1,24	0,70	3	2	6,94	0,12

#### 4. Perhitungan Waktu Pelaksanaan

Tower crane diasumsikan dalam kondisi sedang dan pemeliharaan mesin sedang, sehingga untuk nilai efisiensi tower crane adalah 0,65.

$$\begin{aligned}
 \text{Volume} &= 1,56 \text{ m}^3 \\
 \text{Produksi persiklus} &= 0,80 \text{ m}^3 \\
 \text{Waktu siklus} &= 6,50 \text{ menit} \\
 \text{Produksi perjam} &= 0,80 \times \frac{60}{6,50} \times 0,65 \\
 &= 4,80 \text{ m}^3/\text{jam} \\
 \text{Waktu Pelaksanaan} &= \frac{1,56 \text{ m}^3}{4,80 \text{ m}^3/\text{jam}} \\
 &= 0,33 \text{ jam}
 \end{aligned}$$

Untuk perhitungan waktu pelaksanaan pekerjaan pengecoran kolom dengan tower crane ditabelkan pada Tabel 5.18

Dan untuk waktu total yang diperlukan pemakaian tower crane untuk pekerjaan pengecoran serta pengangkatan dapat dilihat pada Tabel 5.19

Total waktu yang didapatkan dari Tabel 5.19 adalah 1333 jam, dimana ada penambahan waktu untuk perawatan beton sehingga dapat dilanjutkan dari satu lantai ke lantai berikutnya dengan lama waktu kurang lebih 5-7 hari, maka keseluruhan waktu penggunaan tower crane adalah

$$\begin{aligned}
 \text{Waktu TC} &= 1333 \text{ jam} + (7 \times 8 \text{ jam}) \times 11 = 1949 \text{ jam} \\
 &= 9.745 \text{ bulan}
 \end{aligned}$$

Tabel 5.18 Waktu Pelaksanaan Pengecoran Kolom Tower Crane

Pekerjaan	Lantai	Titik/As	Volume		Produksi Per Siklus		Waktu Siklus (Menit)	Produksi Perjam		Total Waktu	
			a	(m3)	b	(kg)		c	(Kg)	(mnt)	jam
Kolom	Lantai 7	T-7	1,56	0,80	6,99	4,47	20,96	0,35			
	Lantai 7	T-8	1,56	0,80	6,70	4,66	20,09	0,33			
	Lantai 7	T-9	1,56	0,80	6,59	4,74	19,76	0,33			
	Lantai 7	T-10	1,56	0,80	6,39	4,88	19,16	0,32			
	Lantai 7	T-11	1,56	0,80	6,26	4,98	18,79	0,31			
	Lantai 7	S-7	1,56	0,80	7,05	4,42	21,16	0,35			
	Lantai 7	S-8	1,56	0,80	6,75	4,62	20,24	0,34			
	Lantai 7	S-9	1,56	0,80	6,58	4,74	19,75	0,33			
	Lantai 7	S-10	1,56	0,80	6,33	4,93	18,98	0,32			
	Lantai 7	S-11	1,56	0,80	6,17	5,06	18,50	0,31			
	Lantai 7	R-9	1,56	0,80	6,58	4,74	19,73	0,33			
	Lantai 7	R-10	1,56	0,80	6,32	4,94	18,96	0,32			
	Lantai 7	R-11	1,56	0,80	6,16	5,06	18,49	0,31			
	Lantai 7	Q-9	1,56	0,80	6,50	4,80	19,51	0,33			
	Lantai 7	Q-10	1,56	0,80	6,27	4,98	18,81	0,31			
	Lantai 7	Q-11	1,56	0,80	6,28	4,97	18,84	0,31			
	Lantai 7	P-9	1,56	0,80	6,40	4,87	19,20	0,32			
	Lantai 7	P-10	1,56	0,80	6,38	4,89	19,14	0,32			
	Lantai 7	P-11	1,56	0,80	6,50	4,80	19,50	0,33			
	Lantai 7	O-9	1,56	0,80	6,51	4,79	19,54	0,33			
	Lantai 7	O-10	1,56	0,80	6,58	4,74	19,75	0,33			
	Lantai 7	O-11	1,56	0,80	6,65	4,69	19,96	0,33			
	Lantai 7	N-9	1,56	0,80	6,72	4,64	20,17	0,34			
	Lantai 7	N-10	1,56	0,80	6,79	4,60	20,36	0,34			
	Lantai 7	N-11	1,56	0,80	6,84	4,56	20,53	0,34			
	Lantai 7	M-9	1,56	0,80	6,83	4,57	20,49	0,34			
	Lantai 7	M-10	1,56	0,80	6,88	4,53	20,64	0,34			
	Lantai 7	M-11	1,56	0,80	6,94	4,50	20,82	0,35			

Tabel 5.19 Waktu Total Pelaksanaan Penggunaan Tower Crane

NO	PEKERJAAN	WAKTU PELAKSANAAN											Total Waktu (jam)	
		BI	B2	GF	Lt 1	Lt 2	Lt 3	Lt 4	Lt 5	Lt 6	Lt 7	Lt 8		Lt 9 (Atap)
1	KOLOM													
	a. Tulangan	10,5	10,31	10,10	9,45	9,62	9,78	9,95	9,18	6,87	6,99	7,10		99,87
	b. Bekisting	3,99	3,91	3,83	3,97	4,03	4,10	4,17	4,24	4,31	4,30	4,51		45,36
	c. Perancah	4,28	4,20	4,12	4,26	4,33	4,41	4,48	4,55	4,62	4,69	4,77		48,71
	d. Penggecoran	14,88	14,55	14,23	14,78	15,06	15,33	15,61	15,89	16,16				136,49
2	Balok													
	a. Tulangan	12,82	12,04	11,77	11,88	12,10	12,32	12,53	11,46	12,13	12,33	12,54	11,71	145,63
	b. Bekisting	4,96	4,85	4,75	4,93	5,01	5,10	5,19	5,27	5,36	5,44	5,53	5,62	62,01
	c. Perancah	3,37	3,30	3,45	3,49	3,57	3,63	3,69	3,76	3,82	3,88	3,94		39,89
	d. Penggecoran	21,32	21,14	20,41	21,19	21,08	21,97	22,36	22,75	23,14				195,37
3	Plat Lantai													
	a. Tulangan	10,23	10,02	9,80	8,03	8,18	8,33	8,47	9,00	9,12	9,28	9,43	9,37	109,26
	b. Bekisting	2,82	2,76	2,70	2,80	2,85	2,90	2,95	3,00	3,00	3,09	3,14	3,00	35,01
	c. Perancah		3,57	3,50	3,62	3,69	3,75	3,81	3,87	3,93	4,00	4,60	4,12	42,46
	d. Penggecoran	41,03	40,42	39,50	39,82	40,86	41,63	42,41	43,65	43,07				372,38
								Total Waktu						1332,46

### **5.2.5 Perhitungan Produktivitas Concrete Pump Tipe Zoomlion 36X-5Z**

Concrete pump yang digunakan adalah Zoomlion 36X-5Z dengan ukuran pipa DN125. Beton yang digunakan adalah ready mix K-400 dari truk mixer dengan kapasitas isi 7 m<sup>3</sup>. Concrete pump banyak digunakan dalam pengecoran karena :

- Concrete pump dalam pelaksanaannya lebih halus dan lebih cepat dibanding metode lain.
- Concrete pump dilengkapi dengan pipa delivery, sehingga sangat flexible untuk menempatkan beton segar di lokasi yang tidak dapat dijangkau oleh alat lain.

Faktor yang mempengaruhi perhitungan waktu pelaksanaan concrete pump diantaranya adalah :

- Volume pengecoran
- Kapasitas cor concrete pump (delivery capacity)

Untuk spesifikasi concrete pump tipe Zoomlion 36X-5Z dapat dilihat pada Tabel 5.20 berikut :

Tabel 5.20 Spesifikasi Concrete Pump

	Model	Zoomlion 36X-5Z
Distribution	Max. concrete output	120/80 m <sup>3</sup> /h
	Delivery cylinder	230 mm
	Hopper capacity	550 L
Boom control	Max. reach vertical	35.5 m
	Max. reach depth	23.15 m
	End hose length	3 m
	Pipeline	DN 125/4

#### 1. Perhitungan Delivery Capacity

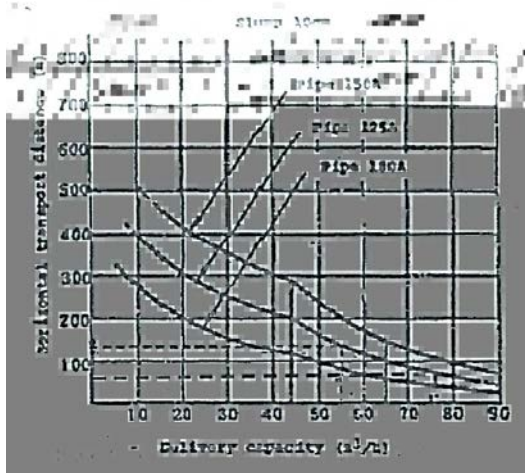
Perhitungan kapasitas cor concrete pump (delivery capacity) untuk pengecoran 2 zona.

- a. Menentukan Horizontal Equivalent Length, yaitu perkalian panjang pipa dengan faktor horizontal conversion. Perhitungan horizontal transport distance lantai 7 zona 1 :

$$\begin{aligned}
 & - \text{Boom pipe} && = 31,5 \text{ m} \\
 & - \text{Upward Pipe (24,2m x 3)} && = 72,6 \text{ m} \\
 & - \text{Horizontal pipe (3m x 10)} && = 30 \text{ m} \\
 & - \text{Flexiblehose} && \frac{= 12 \text{ m}}{= 146,1 \text{ m}} +
 \end{aligned}$$

Maka total panjang horizontal transport distance adalah 146,1 m.

- b. Menentukan delivery capacity dengan melihat grafik pada Gambar 5.4 hubungan antara delivery capacity dengan horizontal transport distance sesuai dengan slump 10 cm dan diameter pipa 125 A.



Gambar 5.4 Grafik Delivery Capacity

Dari grafik didapat delivery capacity sebesar 55 m³/jam.

- Diasumsikan kondisi operasi sedang dan pemeliharaan mesin sedang berdasarkan pada Tabel 5.18 sehingga nilai efisiensi kerja adalah 0,65.
- c. Maka nilai delivery capacity adalah  $55 \text{ m}^3/\text{jam} \times 0,65 = 35,75 \text{ m}^3/\text{jam}$ .



Tabel 5.21 Tabel Nilai Efisiensi Kerja

Kondisi Pekerjaan	Kondisi Tata Laksana			
	Baik Sekali	Baik	Sedang	Jelek
Baik Sekali	0,84	0,81	0,76	0,70
Baik	0,75	0,75	0,71	0,65
Sedang	0,72	0,69	0,65	0,60
Jelek	0,68	0,61	0,57	0,52

Sumber : Rochmandi, (1984)

Untuk perhitungan delivery capacity selanjutnya dapat dilihat pada Tabel 5.22 dan Tabel 5.23 Sebagai berikut :

Tabel 5.22 Perhitungan Delivery Capacity Zona 1

Lantai	Pipa				Total	Satuan	Delivery Capacity (DC)	Effisiensi (E)	DC x E
	Boom Pipe	Upward Pipe	Horizontal Pipe	Flexible Pipe			m3/Jam		m3/Jam
7	31.5	72.6	30	12	146.1	m	55	0.65	35.75
8	31.5	81.6	33	12	158.1	m	53	0.65	34.45
9	31.5	90.6	36	12	170.1	m	49	0.65	31.85

Tabel 5.23 Perhitungan Delivery Capacity Zona 2

Lantai	Pipa				Total	Satuan	Delivery Capacity (DC)	Effisiensi (E)	DC x E
	Boom Pipe	Upward Pipe	Horizontal Pipe	Flexible Pipe			m3/Jam		m3/Jam
7	31.5	72.6	36	12	152.1	m	54	0.65	35.1
8	31.5	81.6	39	12	164.1	m	50	0.65	32.5
9	31.5	90.6	42	12	176.1	m	48	0.65	31.2

## 2. Perhitungan Waktu Pelaksanaan Pengecoran dengan Concrete Pump

Berikut adalah contoh perhitungan waktu pelaksanaan untuk pengecoran plat lantai 7 zona 1 adalah :

- Volume  $= 95,87 \text{ m}^3$
- Kemampuan produksi  $= 35,75 \text{ m}^3/\text{jam}$
- Idle truk mixer 1 dan 2  $= 10 \text{ menit}$
- Waktu operasional  $= \frac{95,87 \text{ m}^3}{35,75 \text{ m}^3/\text{jam}}$   
 $= 2,68 \text{ jam}$
- Waktu persiapan
  - Pengaturan posisi  $= 10 \text{ menit}$
  - Pasang pompa  $= 20 \text{ menit}$
  - Idle pompa  $= 10 \text{ menit}$
$$\begin{array}{r} 10 \\ 20 \\ 10 \\ \hline 40 \end{array} +$$
 $= 40 \text{ menit} \rightarrow 0,67 \text{ jam}$
- Waktu pasca pelaksanaan
  - Pembersihan pompa  $= 10 \text{ menit}$
  - Bongkar pompa  $= 20 \text{ menit}$
  - Persiapan kembali  $= 10 \text{ menit}$
$$\begin{array}{r} 10 \\ 20 \\ 10 \\ \hline 40 \end{array} +$$
 $= 40 \text{ menit} \rightarrow 0,67 \text{ jam}$

$$\text{Total waktu} = 2,68 + 0,67 + 0,67 = 4,02 \text{ jam}$$

Untuk pekerjaan selanjutnya yang menggunakan concrete pump dapat dilihat pada Tabel 5.24 Berikut :

Tabel 5.24 Perhitungan Waktu Pelaksanaan Concrete Pump

NO	Pekerjaan	Zona	Volume m3	Kapasitas Cor m3/Jam	Waktu Operasi Jam	Waktu Persiapan Jam	Waktu Pasca Ops Jam	Waktu Total Jam
1	Lantai 7							
	Balok	1	46,28	35,75	1,29	0,67	0,67	2,63
		2	65,10	35,10	1,85	0,67	0,67	3,19
	Plat	1	95,87	35,75	2,68	0,67	0,67	4,02
		2	125,30	35,10	3,57	0,67	0,67	4,91
	Kolom	1	32,76	35,75	0,92	0,67	0,67	2,26
		2	43,68	35,10	1,24	0,67	0,67	2,58
2	Lantai 8							
	Balok	1	48,67	34,45	1,41	0,67	0,67	2,75
		2	64,55	32,50	1,99	0,67	0,67	3,33
	Plat	1	92,56	34,45	2,69	0,67	0,67	4,03
		2	125,30	32,50	3,86	0,67	0,67	5,20
	Kolom	1	32,76	34,45	0,95	0,67	0,67	2,29
		2	43,68	32,50	1,34	0,67	0,67	2,68
3	Lantai 9(atap)							
	Balok	1	44,28	31,85	1,39	0,67	0,67	2,73
		2	66,42	31,20	2,13	0,67	0,67	3,47
	Plat	1	87,17	31,85	2,74	0,67	0,67	4,08
		2	130,80	31,20	4,19	0,67	0,67	5,53
Total								55,69

### 5.2.6 Perhitungan Produktivitas Truk Mixer Tipe Nissan

Truk mixer mengirimkan beton readymix dari batching plant ke lokasi proyek dnegan jarak sejauh  $\pm 25$  km. Truk mixer ini mempunyai kapasitas isi beton  $7 \text{ m}^3$ .

#### 1. Waktu Siklus

Waktu siklus untuk pekerjaan pengecoran dengan readymix meliputi waktu angkut dan waktu kembali dari batching plant menuju lokasi proyek dan sebaliknya serta waktu untuk dumping.

$$CT = HT + RT + t1$$

Keterangan :

CT = Waktu siklus

HT = Waktu angkut

RT = Waktu kembali

t1 = Waktu dumping

- Waktu angkut (HT)

$$HT = \frac{J}{V1}$$

Keterangan:

J = jarak angkut truk mixer

V1 = kecepatan angkut truk mixer = 25 km/jam  
= 416,667 m/menit

- Waktu siklus dari batching plant ke lokasi proyek

$$J = 25000 \text{ m}$$

$$\text{Jadi HT} = \frac{25000 \text{ m}}{416,667 \text{ m/menit}} = 60 \text{ menit}$$

- Waktu kembali (RT)

$$RT = \frac{J}{V2}$$

Keterangan :

J = jarak angkut truk mixer

V2 = kecepatan angkut truk mixer = 40 km/jam  
= 666.67 m/menit

- Waktu siklus dari lokasi proyek ke batching plant

$$J = 25000 \text{ m}$$

$$\text{Jadi RT} = \frac{25000 \text{ m}}{666,667 \text{ m/menit}} = 37.5 \text{ menit}$$

- Waktu loading truk mixer (pembersihan, test slump, dan pengisian molen) = 10 menit

Maka waktu siklus truk mixer adalah :

$$\begin{aligned} \text{CT} &= \text{HT} + \text{RT} + t_l \\ \text{CT} &= 60 + 37,5 + 10 \\ &= 107,5 \text{ Menit} \\ &= 1,79 \text{ Jam} \end{aligned}$$

## 2. Faktor Effisiensi

Faktor efisiensi kerja, waktu, dan operator diasumsikan dengan kondisi normal, dimana sumber daya manusia (operator) dan sumber daya alat dapat berfungsi dengan normal dan tidak ada hambatan yang berarti pada saat proses bekerja.

$$\begin{aligned} \text{Faktor efisiensi kerja, normal-sedang} &= 0.75 \text{ (tabel 5.5)} \\ \text{Faktor efisiensi waktu, normal} &= 0.83 \text{ (tabel 5.6)} \\ \text{Faktor efisiensi operator, baik} &= 0.95 \text{ (tabel 5.7)} \end{aligned}$$

Jadi effisiensinya

$$\begin{aligned} \text{FK} &= 0.75 \times 0.83 \times 0.95 \\ &= 0.591 \end{aligned}$$

## 3. Kebutuhan Jumlah Truk Mixer

Berikut adalah contoh perhitungan kebutuhan jumlah truk mixer untuk pekerjaan pengecoran kolom Lantai 1 zona 1 :



Gambar 5.5 Proses Pengecoran Beton Readymix

Volume pengecoran kolom =  $32,76 \text{ m}^3$

$$\begin{aligned}
 n &= \frac{\text{Volume}}{\text{Kapasitas TM}} \\
 &= \frac{32,76 \text{ m}^3}{7 \text{ m}^3} \\
 &= 4,68 \text{ truk} \rightarrow 5 \text{ truk mixer}
 \end{aligned}$$

Untuk perhitungan kebutuhan jumlah truk mixer pada pekerjaan pengecoran yang lain dapat dilihat pada Tabel 5.25 dan Tabel 5.26.

### 3. Maksimum Produksi Volume Perjam

$$\begin{aligned}
 TP &= \frac{1}{CT} \times \text{Volume} \times FK \\
 &= \frac{1}{1,79} \times 32,76 \times 0,591 = 10,81 \text{ m}^3/\text{jam}
 \end{aligned}$$

Berikut adalah tabel perhitungan jumlah kebutuhan truk mixer untuk pekerjaan pengecoran :

Tabel 5.25 Perhitungan Kebutuhan Truk Mixer Lt B1  
sampai Lt 3

NO	Pekerjaan	Zona	Volume	Kapasitas Molen	Waktu Siklus	Produksi Volume Per Jam	Jumlah Truk
			m3	m3/Jam	Jam	m3/Jam	bh
1	Lantai B1						
	Balok	1	42,96	7,00	1,79	14,18	6
		2	65,00	7,00	1,79	21,46	9
	Plat	1	87,17	7,00	1,79	28,78	12
		2	130,80	7,00	1,79	43,19	19
	Kolom	1	32,76	7,00	1,79	10,82	5
		2	43,68	7,00	1,79	14,42	6
2	Lantai B2						
	Balok	1	42,96	7,00	1,79	14,18	6
		2	65,00	7,00	1,79	21,46	9
	Plat	1	87,17	7,00	1,79	28,78	12
		2	130,80	7,00	1,79	43,19	19
	Kolom	1	32,76	7,00	1,79	10,82	5
		2	43,68	7,00	1,79	14,42	6
3	Lantai GF						
	Balok	1	42,96	7,00	1,79	14,18	6
		2	65,00	7,00	1,79	21,46	9
	Plat	1	87,17	7,00	1,79	28,78	12
		2	130,80	7,00	1,79	43,19	19
	Kolom	1	32,76	7,00	1,79	10,82	5
		2	43,68	7,00	1,79	14,42	6
4	Lantai 1						
	Balok	1	42,96	7,00	1,79	14,18	6
		2	65,00	7,00	1,79	21,46	9
	Plat	1	85,19	7,00	1,79	28,13	12
		2	130,56	7,00	1,79	43,11	19
	Kolom	1	32,76	7,00	1,79	10,82	5
		2	43,68	7,00	1,79	14,42	6
5	Lantai 2						
	Balok	1	42,96	7,00	1,79	14,18	6
		2	65,00	7,00	1,79	21,46	9
	Plat	1	85,19	7,00	1,79	28,13	12
		2	130,56	7,00	1,79	43,11	19
	Kolom	1	32,76	7,00	1,79	10,82	5
		2	43,68	7,00	1,79	14,42	6
6	Lantai 3						
	Balok	1	42,96	7,00	1,79	14,18	6
		2	65,00	7,00	1,79	21,46	9
	Plat	1	85,19	7,00	1,79	28,13	12
		2	130,56	7,00	1,79	43,11	19
	Kolom	1	32,76	7,00	1,79	10,82	5
		2	43,68	7,00	1,79	14,42	6

**Tabel 5.26 Perhitungan Kebutuhan Truk Mixer Lt 4  
sampai Lt atap**

NO	Pekerjaan	Zona	Volume	Kapasitas Molen	Waktu Siklus	Produksi Volume Per Jam	Jumlah Truk
			m3	m3/Jam	Jam	m3/Jam	bh
7	Lantai 4						
	Balok	1	42,96	7,00	1,79	14,18	6
		2	65,00	7,00	1,79	21,46	9
	Plat	1	85,19	7,00	1,79	28,13	12
		2	130,56	7,00	1,79	43,11	19
	Kolom	1	32,76	7,00	1,79	10,82	5
		2	43,68	7,00	1,79	14,42	6
8	Lantai 5						
	Balok	1	42,96	7,00	1,79	14,18	6
		2	65,00	7,00	1,79	21,46	9
	Plat	1	87,17	7,00	1,79	28,78	12
		2	130,80	7,00	1,79	43,19	19
	Kolom	1	32,76	7,00	1,79	10,82	5
		2	43,68	7,00	1,79	14,42	6
9	Lantai 6						
	Balok	1	42,96	7,00	1,79	14,18	6
		2	65,00	7,00	1,79	21,46	9
	Plat	1	83,72	7,00	1,79	27,64	12
		2	127,58	7,00	1,79	42,12	18
	Kolom	1	32,76	7,00	1,79	10,82	5
		2	43,68	7,00	1,79	14,42	6
10	Lantai 7						
	Balok	1	46,28	7,00	1,79	15,28	7
		2	65,10	7,00	1,79	21,49	9
	Plat	1	95,87	7,00	1,79	31,65	14
		2	125,30	7,00	1,79	41,37	18
	Kolom	1	32,76	7,00	1,79	10,82	5
		2	43,68	7,00	1,79	14,42	6
11	Lantai 8						
	Balok	1	48,67	7,00	1,79	16,07	7
		2	64,55	7,00	1,79	21,31	9
	Plat	1	92,56	7,00	1,79	30,56	13
		2	125,30	7,00	1,79	41,37	18
	Kolom	1	32,76	7,00	1,79	10,82	5
		2	43,68	7,00	1,79	14,42	6
12	Lantai 9(atap)						
	Balok	1	44,28	7,00	1,79	14,62	6
		2	66,42	7,00	1,79	21,93	9
	Plat	1	87,17	7,00	1,79	28,78	12
		2	130,80	7,00	1,79	43,19	19
Total			4750,968				679



### 5.2.7 Perhitungan Produktivitas Alat Bor (*Bore Machine*) Tipe Jove JVR180D

Perhitungan produktivitas alat bor untuk pekerjaan pondasi pada gedung Condotel Sahid Jogja Lifestyle dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut :

$$\text{Produktivitas} = \frac{\text{Kedalaman lubang bor}}{\text{Total durasi waktu pengeboran}}$$

Waktu siklus alat bor adalah waktu yang diperlukan oleh mesin bor untuk menyelesaikan kegiatan produksi, meliputi pengeboran sampai proses *cleaning*.

Untuk spesifikasi *bore machine* tipe Jove JVR180D dapat dilihat pada Tabel 5.27 berikut :

Tabel 5.27 Spesifikasi *Bore Machine*

	Model	Jove JVR180D
Working ranges	mmMax. drilling depth	60 m
	Max. drilling diameter	1800
	Drilling speed	6/28 rpm
Engine	Engine brand	CAT
	Engine model	C-7 EFI
	Engine power	187 KW
	Traction force	420 KN

## 1. Waktu Siklus

Waktu siklus alat bor adalah total penjumlahan dari durasi pengeboran, *cleaning*, dan *steel casing*.

$$\text{Waktu siklus} = \text{durasi pengeboran} + \text{durasi } \textit{cleaning} + \text{durasi } \textit{steel casing}$$

Untuk masing-masing waktu durasi tersebut didapatkan dari hasil pencatatan waktu dilapangan. Berikut ini adalah contoh pencatatan durasi pengeboran :

Tabel 5.28 Pencatatan Durasi Pengeboran

No. Pile	Spesifikasi Lubang Bor		Durasi Waktu			Total waktu (menit)
	Diameter	Kedalaman	Pengeboran	Cleaning	Steel Casing	
	(cm)	(m)	(menit)	(menit)	(menit)	
1	3	4	5	6	7	8 = 5+6+7
1	100	26.5	70	45	30	145
2	100	26.5	53	45	33	131
3	100	26.5	62	30	33	125
4	100	26.5	65	37	28	130
5	100	26.5	80	20	57	157
6	100	26.5	80	45	58	183
7	100	26.5	75	30	53	158
8	100	26.5	73	42	46	161
9	100	26.5	63	30	37	130
10	100	26.5	54	25	43	122
11	100	26.5	60	33	38	131
12	100	26.5	54	10	30	94
13	100	26.5	70	25	40	135
14	100	26.5	82	25	30	137
15	100	26.5	60	45	28	133
16	100	26.5	70	30	23	123
17	100	26.5	78	20	28	126
18	100	26.5	84	20	25	129
19	100	26.5	73	25	22	120
20	100	26.5	60	30	59	149
21	100	26.5	59	40	39	138
22	100	26.5	57	27	25	109
23	100	26.5	53	25	35	113
24	100	26.5	42	30	22	94
25	100	26.5	75	30	34	139

## 2. Produktivitas *Bore Machine* Untuk Pekerjaan Pengeboran

Pondasi bored pile yang digunakan pada proyek Condotel Sahid Jogja Lifestyle memiliki diameter 100 cm dengan kedalaman 26,5 m. Berikut ini adalah contoh perhitungan produktivitas alat bor untuk pekerjaan pengeboran pondasi nomor 10.

$$\begin{aligned}
 \text{Produktivitas} &= \frac{\text{Kedalaman lubang bor}}{\text{Total durasi waktu pengeboran}} \\
 &= \frac{26,5 \text{ m}}{122 \text{ menit}} \\
 &= 0,217 \text{ m/menit} \\
 &= 13,033 \text{ m/jam}
 \end{aligned}$$

Untuk perhitungan produktivitas mesin bor pada pekerjaan pengeboran pondasi selengkapnya dapat dilihat pada tabel pada lampiran.

Tabel 5.29 Produktivitas Pengeboran

No. Pile	Spesifikasi Lubang Bor		Durasi Waktu				Total waktu (menit)	Total waktu (jam)	Produktifitas (m/menit)	Produktifitas (m/jam)
	Diameter (cm)	Kedalaman (m)	Pengeboran (menit)	Cleaning / Steel Casing (menit)						
1	3	4	5	6	7	8 = 5+6+7	9 = 8/60	10 = 4/8	11 = 4/9	
1	100	26,5	70	45	30	145	2,417	0,183	10,966	
2	100	26,5	53	45	33	131	2,183	0,202	12,137	
3	100	26,5	62	30	33	125	2,083	0,212	12,720	
4	100	26,5	65	37	28	130	2,167	0,204	12,231	
5	100	26,5	80	20	57	157	2,617	0,169	10,127	
6	100	26,5	80	45	58	183	3,050	0,145	8,689	
7	100	26,5	75	30	53	158	2,633	0,168	10,063	
8	100	26,5	73	42	46	161	2,683	0,165	9,876	
9	100	26,5	63	30	37	130	2,167	0,204	12,231	
10	100	26,5	54	25	43	122	2,033	0,217	13,033	
11	100	26,5	60	33	38	131	2,183	0,202	12,137	
12	100	26,5	54	10	30	94	1,567	0,282	16,915	
13	100	26,5	70	25	40	135	2,250	0,196	11,778	
14	100	26,5	82	25	30	137	2,283	0,193	11,606	
15	100	26,5	60	45	28	133	2,217	0,199	11,955	
16	100	26,5	70	30	23	123	2,050	0,215	12,927	
17	100	26,5	78	20	28	126	2,100	0,210	12,619	
18	100	26,5	84	20	25	129	2,150	0,205	12,326	
19	100	26,5	73	25	22	120	2,000	0,221	13,250	
20	100	26,5	60	30	59	149	2,483	0,178	10,671	
21	100	26,5	59	40	39	138	2,300	0,192	11,522	
22	100	26,5	57	27	25	109	1,817	0,243	14,587	
23	100	26,5	53	25	35	113	1,883	0,235	14,071	
24	100	26,5	42	30	22	94	1,567	0,282	16,915	
25	100	26,5	75	30	34	139	2,317	0,191	11,439	
26	100	26,5	60	33	22	115	1,917	0,230	13,826	
27	100	26,5	53	40	49	142	2,367	0,187	11,197	
28	100	26,5	41	20	55	116	1,933	0,228	13,707	
29	100	26,5	60	50	41	151	2,517	0,175	10,530	
30	100	26,5	67	42	27	136	2,267	0,195	11,691	

Ketidakseragaman waktu siklus dan produktivitas pada pengeboran masing-masing titik pondasi dikarenakan beberapa kondisi, yaitu :

- a. Kondisi cuaca seperti angin, hujan, siang dan malam
- b. Kondisi alat seperti merk, usia dan perawatan
- c. Kondisi tenaga kerja seperti etrampilan operator, kecepatan pekerja, kedisiplinan dan fisik pekerja.



Gambar 5.6 Proses Pengeboran Pondasi dengan  
*Bore Machine*

#### 4. Waktu Pelaksanaan Pekerjaan Pengeboran dengan *Bore Machine*

Penggunaan *bore machine* disini untuk melakukan pekerjaan pengeboran pondasi. Setelah pengeboran selesai maka dapat dilakukan proses pengecoran dengan beton readymix. Kebutuhan jumlah mesin bor adalah sebagai berikut :

$$n = \frac{V_t}{TP \times T}$$

keterangan: T = rencana waktu penyelesaian  
 n = jumlah alat  
 TP = taksiran produksi  
 Vt = volume pekerjaan

Dengan asumsi 1 bulan = 25 hari kerja, dimana 1 hari kerja = 8 jam kerja

Rencana waktu penyelesaian = 63 hari  
 = 504 jam  
 Volume pekerjaan = 201 titik x 26,5 m =  
 5326,5 m

Maka jumlah alat yang dibutuhkan :

$$n = \frac{V_t}{TP \times T}$$

$$n = \frac{5326,5}{13,033 \times 504}$$

$$= 0,811 \rightarrow 1 \text{ unit}$$

Untuk menghitung lama waktu penggunaan mesin bor dapat dihitung dengan rumus berikut :

$$t = \frac{V_t}{TP \times n}$$

keterangan: n = jumlah mesin bor yang diperlukan  
 Vt = volume pekerjaan  
 TP = taksiran produksi  
 T = lama waktu penyelesaian dengan alat

Maka waktu pelaksanaan yang diperlukan bagi mesin bor untuk menyelesaikan pekerjaan pengeboran pondasi adalah :

$$t = \frac{Vt}{TP \times n}$$

$$t = \frac{5326,5}{13,033 \times 1} = 409 \text{ jam}$$

$$t = \frac{409}{63} = 6,492 \text{ jam/hari}$$

Dengan asumsi peralatan bekerja 1 hari = 8 jam, dihitung lamanya alat mengalami idle time, yaitu dengan rumus :

$$\text{Idle time} = 8 \text{ jam} - t \text{ jam}$$

Maka :

$$\begin{aligned} \text{Idle time} &= 8 \text{ jam} - t \text{ jam} \\ &= 8 - 6,492 \\ &= 1,507 \text{ jam} \end{aligned}$$

##### 5. Waktu Pelaksanaan Pekerjaan Pembuangan Tanah Hasil Pengeboran dengan Dump Truk

Dump truk digunakan untuk membuang tanah dari hasil proses pengeboran dengan *bore machine*. Untuk dapat mengetahui jumlah dump truk yang dibutuhkan untuk pekerjaan tersebut dapat menggunakan rumus:

$$n = \frac{TPbm \text{ (m}^3/\text{jam)}}{TPd \text{ (m}^3/\text{jam)}}$$

keterangan: TPd = Taksiran produksi dump truck (m<sup>3</sup>/ jam)  
 n = Jumlah dump truck  
 TPbm = taksiran produksi bore machine (m<sup>3</sup>/ jam)

Dengan asumsi 1 bulan = 25 hari kerja, dimana 1 hari kerja = 8 jam kerja

$$\begin{aligned}\text{Rencana waktu penyelesaian} &= 63 \text{ hari} \\ &= 504 \text{ jam} \\ \text{Volume pekerjaan} &= 4181.302 \text{ m}^3\end{aligned}$$

Maka jumlah dump truk yang dibutuhkan :

$$n = \frac{TPbm \text{ (m}^3/\text{jam)}}{TPd \text{ (m}^3/\text{jam)}}$$

$$n = \frac{13.033}{7.43}$$

$$= 1,754 \text{ unit} \rightarrow 2 \text{ unit}$$

Untuk menghitung lama waktu penggunaan excavator dapat dihitung dengan rumus berikut :

$$t = \frac{Vt}{TP \times n}$$

keterangan:  $n$  = jumlah dozer yang diperlukan  
 $Vt$  = volume pekerjaan  
 $TP$  = taksiran produksi  
 $T$  = lama waktu penyelesaian dengan alat

Maka waktu pelaksanaan yang diperlukan bagi dump truk untuk menyelesaikan pekerjaan galian basement adalah :

$$t = \frac{Vt}{TP \times n}$$

$$t = \frac{4181.302}{7.43 \times 2} = 281.38 \text{ jam}$$

$$t = \frac{281.38}{63} = 4.47 \text{ jam/hari}$$



Tabel 5.30 Kombinasi *bore machine*, dump truck dan excavator untuk pengeboran

	Bore Machine (Jove JVR180D)	Excavator (SK-200)	Dump Truck (CWA 18)
Kapasitas (m <sup>3</sup> )	100 cm	0,93	10
Bucket Factor		0,95	
Loading	1	1	2
Kapasitas Viesel (m <sup>3</sup> )		10,60	
Cycle Time (dt)		18	50,6
Faktor Koreksi		0,591	0,591
Jarak Angkut (m)			13000
Kec. Angkut (Km/Jam)			30
Kec. Kembali (Km/Jam)			40
Waktu Angkut (Menit)			26
Pengisian Bucket (Menit)			3,6
Waktu Dumping (Menit)			1,2
Waktu Loading (Menit)			0,3
Produktivitas (m <sup>3</sup> /Jam)	13.033	104,43	7,43

### 5.2.7.1 Produktivitas Pengeboran Untuk Diafragma Wall

Sistem dinding penahan tanah (*retaining wall*) yang digunakan untuk struktur *basement* pada gedung Condotel Sahid Jogja Lifestyle adalah Diafragma Wall.

Produktifitas alat pengeboran (mesin grab) dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut :

$$\text{Produktivitas} = \frac{\text{Kedalaman lubang bor}}{\text{Total durasi waktu pengeboran}}$$

Waktu siklus pengeboran meliputi total penjumlahan dari durasi pengeboran, *cleaning*, dan *steel casing*.

$$\text{Waktu siklus} = \text{durasi pengeboran} + \text{durasi } \textit{cleaning} + \text{durasi } \textit{steel casing}$$

Berikut ini adalah contoh pencatatan durasi pengeboran :

- Waktu pengeboran = 47 menit
- Waktu *cleaning* = 15 menit
- Waktu *steel casing* = 10 menit

$$\begin{aligned} \text{Maka waktu siklus} &= \text{durasi pengeboran} + \text{durasi } \textit{cleaning} + \text{durasi } \textit{steel casing} \\ &= 47\text{menit} + 15\text{menit} + 10\text{menit} \\ &= 72 \text{ menit} \end{aligned}$$

Berikut ini adalah contoh perhitungan produktivitas pengeboran untuk diafragma wall.

$$\begin{aligned} \text{Produktivitas} &= \frac{\text{Kedalaman lubang bor}}{\text{Total durasi waktu pengeboran}} \\ &= \frac{8,55 \text{ m}}{72 \text{ menit}} \\ &= 0,118 \text{ m/menit} \\ &= 7,125 \text{ m/jam} \end{aligned}$$

Untuk tanah hasil pengeboran yang akan dibuang langsung dimasukkan kedalam dump truk dan selanjutnya akan dibuang ke tempat pembuangan hasil galian.

Jumlah dump truk yang diperlukan untuk pengeboran diafragma wall adalah sebagai berikut :

Maka jumlah dump truk yang dibutuhkan :

$$n = \frac{TPbm \text{ (m}^3 \text{ /jam)}}{TPd \text{ (m}^3 \text{ jam)}}$$

$$n = \frac{7,125}{7,43}$$

$$= 0,96 \text{ unit} \rightarrow 2 \text{ unit}$$

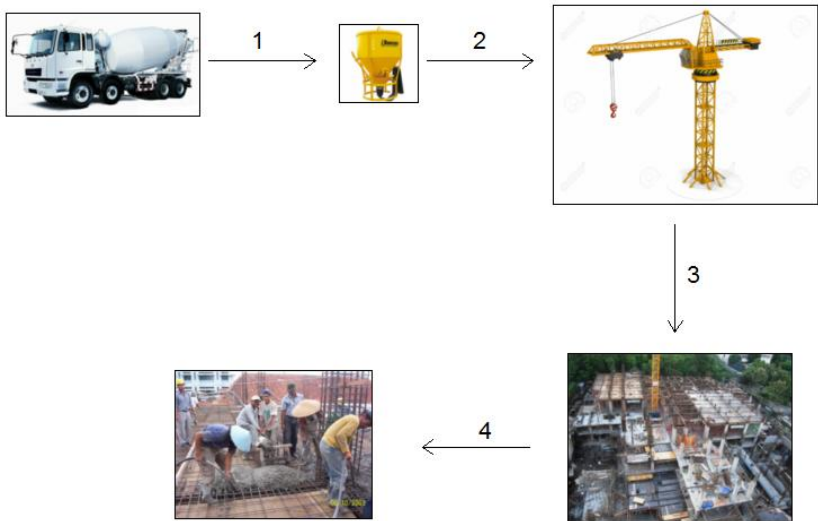
Dibutuhkan minimal 2 unit dump truk untuk membuang hasil tanah pengeboran, agar mesin bor tidak membutuhkan waktu untuk menunggu dump truk saat dump truk tersebut berangkat membuang hasil pengeboran.

### 5.2.8 Siklus Pekerjaan Pengecoran dengan Alat Berat Tower Crane dan Truk Mixer

Pekerjaan pengecoran untuk plat lantai, kolom, dan balok menggunakan peralatan berat yaitu tower crane dan truk mixer, dimana beton segar akan dituangkan kedalam bucket untuk kemudian diangkut oleh tower crane menuju titik lokasi pengecoran.

Berikut ini adalah gambaran siklus pekerjaan untuk pengecoran :

1. Beton segar dibawa oleh truk mixer, kemudian dimasukkan kedalam concrete bucket yang memiliki kapasitas  $0,8 \text{ m}^3$
2. Concrete bucket yang sudah terisi oleh beton segar kemudian akan diangkut oleh tower crane



3. Tower crane mengirimkan concrete bucket ke titik lokasi pengecoran
4. Para pekerja akan meratakan beton yang sudah dituangkan pada lokasi pengecoran.

#### 5.2.8.1 Kombinasi Tower Crane dan Truk Mixer Untuk Pekerjaan Pengecoran

##### 1. Waktu Siklus Pengecoran

Waktu siklus untuk pengecoran menggunakan tower crane adalah penjumlahan dari waktu muat, waktu angkat, waktu bongkar dan waktu kembali.

Sebagai contoh untuk untuk perhitungan pengecoran plat lantai 3 zona 1. Dari perhitungan pada produktifitas

tower crane didapatkan waktu untuk masing-masing aktivitas pada tower crane adalah sebagai berikut :

- Waktu muat ( $t_1$ ) = 2 menit
- Waktu angkat ( $t_2$ ) = 0.88 menit
- Waktu bongkar ( $t_3$ ) = 3 menit
- Waktu kembali ( $t_4$ ) = 0.52 menit

Maka waktu siklus =  $t_1 + t_2 + t_3 + t_4$

$$= 2 + 0.88 + 3 + 0.52 = 6.4 \text{ menit}$$

Untuk waktu yang dibutuhkan para pekerja melakukan perataan dan pemadatan pengecoran tersebut adalah  $\pm 5$  menit dengan jumlah pekerja 5 orang untuk persatu siklus pengecoran.

Karena waktu siklus tower crane > waktu perataan ( 6.4 menit > 5 menit ) maka waktu yang menentukan adalah waktu siklus tower crane.

## 2. Waktu Pelaksanaan Tower Crane dan Truk Mixer Untuk Pengecoran

Waktu pelaksanaan untuk pekerjaan pengecoran plat lantai 3 zona 1 dengan tower crane adalah sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
 \text{Volume} &= 85,19 \text{ m}^3 \\
 \text{Produksi persiklus} &= 0,80 \text{ m}^3 \\
 \text{Waktu Siklus} &= 6,4 \text{ menit} \\
 \text{Produksi perjam} &= 0,8 \times \frac{60}{6,4} \times 0,65 \\
 &= 4,875 \text{ m}^3/\text{jam} \\
 \text{Waktu pelaksanaan} &= \frac{85,19}{4,875}
 \end{aligned}$$

$$= 17,47 \text{ jam}$$

Sedangkan untuk hasil perhitungan waktu siklus pada truk mixer dengan kapasitas  $7 \text{ m}^3$  adalah :

$$\begin{aligned} \text{CT} &= \text{HT} + \text{RT} + t_l \\ &= 60\text{mnt} + 37,5\text{mnt} + 10\text{mnt} \\ &= 107,5 \text{ menit} = 1,79 \text{ jam} \end{aligned}$$

Jumlah truk mixer yang dibutuhkan :  $n = \frac{85,19}{7} = 13 \text{ TM}$

$$\text{Waktu pelaksanaan untuk TM} = \frac{7 \text{ m}^3}{0,6 \text{ m}^3} \times 6,4 \text{ menit} = 56 \text{ menit}$$

Agar TM berikutnya tidak menunggu terlalu lama untuk proses pengecoran selanjutnya maka interval pengiriman TM adalah 30 menit. Dengan waktu setting beton 3 jam maka waktu sisa yang ada untuk TM adalah  $180 \text{ menit} - 107,5 \text{ menit} - 56 \text{ menit} = 16,5 \text{ menit}$

### 5.2.9 Siklus Pekerjaan Pengecoran dengan Alat Berat Concrete Pump dan Truk Mixer

Concrete pump dibutuhkan untuk pengecoran lantai 7, 8 dan atap karena lebih efisien dari pada pengecoran dilakukan dengan tower crane dan concrete bucket.

Berikut ini adalah siklus pekerjaan untuk pengecoran :

1. Posisi Truk Mixer berada dibelakang concrete pump untuk dapat memindahkan beton segar
2. Beton segar dari truk mixer akan didistribusikan oleh concrete pump ke titik lokasi pengecoran

3. Para pekerja akan meratakan beton yang sudah dituangkan pada lokasi pengecoran.

### 5.2.9.1 Kombinasi Concrete Pump dan Truk Mixer Untuk Pekerjaan Pengecoran

#### 1. Waktu Siklus Pengecoran

Waktu siklus untuk pengecoran menggunakan concrete pump meliputi waktu persiapan dan waktu pasca pelaksanaan.

Sebagai contoh untuk untuk perhitungan pengecoran plat lantai 7 zona 1. Dari perhitungan pada produktifitas concrete pump didapatkan waktu untuk masing-masing aktivitas pada concrete pump adalah sebagai berikut :

- Waktu persiapan ( $t_1$ ) = 40 menit
- Waktu pasca persiapan ( $t_2$ ) = 40 menit

Maka waktu siklus =  $t_1 + t_2$

$$= 40 + 40 = 80 \text{ menit}$$

#### 2. Waktu Pelaksanaan Concrete Pump dan Truk Mixer Untuk Pengecoran

Waktu pelaksanaan untuk pekerjaan pengecoran plat lantai 7 zona 1 dengan concrete pump adalah sebagai berikut :

Volume	= 95,87 m <sup>3</sup>
Produksi CP	= 35,75 m <sup>3</sup> /jam
Waktu persiapan	= 40 menit = 0,67 jam
Waktu pasca persiapan	= 40 menit = 0,67 jam

$$\begin{aligned}\text{Waktu pelaksanaan} &= \frac{95,87 \text{ m}^3}{35,75 \text{ m}^3/\text{jam}} \\ &= 2,68 \text{ jam}\end{aligned}$$

Sedangkan untuk hasil perhitungan waktu siklus pada truk mixer dengan kapasitas 7 m<sup>3</sup> adalah :

$$\begin{aligned}\text{CT} &= \text{HT} + \text{RT} + t_1 \\ &= 60\text{mnt} + 37,5\text{mnt} + 10\text{mnt} \\ &= 107,5 \text{ menit} = 1,79 \text{ jam}\end{aligned}$$

$$\text{Jumlah truk mixer yang dibutuhkan : } n = \frac{95,87}{7} = 14 \text{ TM}$$

$$\begin{aligned}\text{Waktu pelaksanaan untuk TM} &= \frac{7 \text{ m}^3}{35,75 \text{ m}^3/\text{jam}} \times 160,8 \text{ menit} \\ &= 32 \text{ menit}\end{aligned}$$

Agar concrete pump tidak mengalami idle time terlalu lama dan TM berikutnya tidak menunggu terlalu lama untuk proses pengecoran selanjutnya maka interval pengiriman TM adalah 15 menit. Dengan waktu setting beton 3 jam maka waktu sisa yang ada untuk TM adalah 180 menit – 107,5 menit – 32 menit = 40,5 menit

### 5.3 Perhitungan Biaya Pelaksanaan Penggunaan Peralatan Berat

Pihak kontraktor dapat memenuhi kebutuhan pelaksanaan pekerjaannya yang menggunakan peralatan berat dengan cara menyewa, tanpa perlu mengkhawatirkan biaya perawatan alat berat secara jangka panjang. Jangka waktu penyewaan alat berat biasanya berdasarkan perjanjian mingguan atau bulanan.



Beban biaya yang ditanggung tidak hanya biaya sewa peralatan melainkan juga biaya sewa operator, bahan bakar dan mobilisasi peralatan.

### 5.3.1 Biaya Pelaksanaan Penggunaan Excavator

Untuk perhitungan biaya operasi alat dapat dilakukan dengan cara sebagai berikut :

$$\text{Biaya Operasi} = \text{Biaya sewa alat/hari} + \text{biaya operator/hari} + \text{biaya bahan bakar/hari}$$

#### 1. Data Harga Sewa Peralatan

- Biaya mobilisasi dan demobilisasi (Yogyakarta)  
= Rp. 1.500.000,00/unit
- Harga sewa Excavator  
= Rp. 165.000,00/jam
- Biaya operator  
= Rp. 125.000/hari
- Harga bahan bakar  
= Rp. 5.150,00/liter (1 jam = 11,9 liter)

#### 2. Biaya Operator

$$\begin{aligned} \text{Biaya operator} &= \text{Rp. 125.000,00} / 8 \text{ jam} \\ &= \text{Rp. 15.625,00 /jam} \end{aligned}$$

Perhitungan total biaya pemakaian excavator dapat dilihat pada Tabel 5.30 berikut ini :

Tabel 5.30 Perhitungan Biaya Pemakaian Excavator

No.	Item	Volume	Satuan	Harga Satuan (Rp.)	Total
1	Mob + Demob	2	Ls	Rp 1,500,000.00	Rp 3,000,000.00
2	Sewa Excavator	400	jam	Rp 165,000.00	Rp 66,000,000.00
3	Operator	400	jam	Rp 15,625.00	Rp 6,250,000.00
4	Bahan Bakar	400	jam	Rp 5,150.00	Rp 24,514,000.00
	Total Biaya				Rp 99,764,000.00

### 5.3.2 Biaya Pelaksanaan Dump Truk

Untuk perhitungan biaya operasi alat dapat dilakukan dengan cara sebagai berikut :

$$\text{Biaya Operasi} = \text{Biaya sewa alat/hari} + \text{biaya operator/hari} + \text{biaya bahan bakar/hari}$$

#### 1. Data Harga Sewa Peralatan

- Harga sewa dump truk  
= Rp. 95.000,00/jam
- Biaya operator  
= Rp. 75.000/hari
- Harga bahan bakar  
= Rp. 5.150,00/liter

#### 2. Biaya Operator

$$\begin{aligned} \text{Biaya operator} &= \text{Rp. 75.000,00} / 8 \text{ jam} \\ &= \text{Rp. 9.375,00 /jam} \end{aligned}$$

Perhitungan total biaya pemakaian dump truk dapat dilihat pada Tabel 5.31 berikut ini :

Tabel 5.31 Perhitungan Biaya Pemakaian Dump Truk

No.	Item	Volume	Satuan	Harga Satuan (Rp.)	Total
1	Mob + Demob	1	Ls	Rp 750.000,00	Rp 9.000.000,00
2	Sewa Dump Truk @12	400	jam	Rp 140.000,00	Rp 672.000.000,00
3	Operator	400	jam	Rp 9.375,00	Rp 45.000.000,00
4	Bahan Bakar	400	jam	Rp 5.150,00	Rp 203.692.800,00
	Total Biaya				Rp 929.692.800,00

### 5.3.3 Biaya Pelaksanaan Penggunaan Wheel Loader

Untuk perhitungan biaya operasi alat dapat dilakukan dengan cara sebagai berikut :

$$\text{Biaya Operasi} = \text{Biaya sewa alat/hari} + \text{biaya operator/hari} + \text{biaya bahan bakar/hari}$$

#### 1. Data Harga Sewa Peralatan

- Biaya mobilisasi dan demobilisasi (Yogyakarta)  
= Rp. 1.500.000,00/unit
- Harga sewa Wheel Loader  
= Rp. 250.000,00/jam
- Biaya operator  
= Rp. 125.000/hari
- Harga bahan bakar  
= Rp. 5.150,00/liter (1 jam = 11,9 liter)

#### 2. Biaya Operator

$$\begin{aligned} \text{Biaya operator} &= \text{Rp. 125.000,00} / 8 \text{ jam} \\ &= \text{Rp. 15.625,00 /jam} \end{aligned}$$

Perhitungan total biaya pemakaian Wheel Loader dapat dilihat pada Tabel 5.32 berikut ini :

Tabel 5.32 Perhitungan Biaya Pemakaian Wheel Loader

No.	Item	Volume	Satuan	Harga Satuan (Rp.)	Total
1	Mob + Demob	1	Ls	Rp 1,500,000.00	Rp 1,500,000.00
2	Sewa Wheel Loader	32	jam	Rp 250,000.00	Rp 8,000,000.00
3	Operator	32	jam	Rp 15,625.00	Rp 500,000.00
4	Bahan Bakar	32	jam	Rp 5,150.00	Rp 1,961,120.00
	Total Biaya				Rp 136,239,120.00

### 5.3.4 Biaya Pelaksanaan Penggunaan Tower Crane

Tower crane yang digunakan adalah merk Potain MC 310 K12 dengan radius 70 m. Genset dengan standart mesin 150 KVA.

#### 1. Data Harga Sewa Peralatan

- Biaya mobilisasi dan demobilisasi (Yogyakarta)  
= Rp. 115.000.000,00 / unit
- Harga sewa Tower Crane  
= Rp. 83.000.000,00 / bulan
- Harga sewa Genset  
= Rp. 60.000.000,00 / bulan
- Harga Pondasi Tower Crane + Angkur  
= Rp. 130.000.000,00 / unit
- Biaya erection dan dismantle  
= Rp. 40.000.000,00 /unit
- Biaya Operator  
= Rp. 8.300.000,00 /bulan
- Harga oli  
= Rp. 28.000,00 /liter
- Harga bahan baker  
= Rp. 5.150,00 /liter
- Harga concrete bucket  
= Rp. 23.000.000,00 /unit

#### 2. Perhitungan Biaya Produksi

- Harga sewa Tower Crane

Dengan asumsi :

1 hari = 8 jam (tanpa lembur)  
1 bulan = 25 hari, maka 1 bulan  
= 25 x jam = 200 jam

Maka harga sewa tower crane :

$$= \frac{\text{Rp } 83.000.000,00 / \text{bulan}}{200 \text{ jam}}$$

$$= \text{Rp. } 415.000,00 / \text{jam}$$

- Harga sewa Genset

$$= \frac{\text{Rp } 60.000.000,00 / \text{bulan}}{200 \text{ jam}}$$

$$= \text{Rp. } 300.000,00 / \text{jam}$$

Maka harga sewa peralatan adalah :

$$= \text{Rp. } 415.000,00 / \text{jam} + \text{Rp. } 300.000,00 / \text{jam}$$

$$= \text{Rp } 715.000,00 / \text{jam}$$

### 3. Biaya Operasional Peralatan

- Kebutuhan bahan bakar = FOM x FW x PBB x PK

Dimana :

FOM = Faktor Operasi Mesin = 0,8 (asumsi mesin bekerja optimal 80%)

FW = Faktor Waktu = 0,83 (asumsi kerja 1 jam 50 menit)

PBB = Pemakaian Bahan Bakar, untuk pemakaian solar = 0,2 liter/DK/jam

PK = Kekuatan Mesin = 150 KVA

Maka kebutuhan bahan bakar adalah :

$$= 0,8 \times 0,83 \times 0,2 \times 150$$

$$= 19,92 \text{ liter/jam}$$

$$= \text{Kebutuhan bahan bakar} \times \text{harga bahan bakar} / \text{liter}$$

$$= 19,92 \text{ liter /jam} \times \text{Rp. } 5.150,00 / \text{liter}$$

$$= \text{Rp. } 102.588,00 / \text{jam}$$

$$\text{- Biaya Pelumas} = \frac{DK \times f}{195,5} + \frac{c}{t} \text{ (liter/jam)}$$

Dimana :

g = Banyaknya minyak pelumas yang digunakan

DK = Kekuatan minyak = 150 KVA

F = faktor = (0,83 x 0,8)

c = isi dari carter mesin = 200 liter

t = selang waktu pergantian = 42 jam

Maka biaya pelumas adalah :

$$= \frac{150 \times 0,664}{195,5} + \frac{200}{42} \text{ (liter/jam)}$$

$$= 5,27 \text{ liter/jam}$$

Biaya pemakaian minyak pelumas :

$$= 5,27 \text{ liter/jam} \times \text{Rp. } 28.000,00/\text{liter}$$

$$= \text{Rp. } 147.560,00 / \text{jam}$$

Maka harga operasional peralatan adalah ;

$$= \text{Rp. } 102.588,00 / \text{jam} + \text{Rp. } 147.560,00 / \text{jam}$$

$$= \text{Rp. } 250.148,00 / \text{jam}$$

#### 4. Biaya Operator

$$\text{Biaya operator} = \text{Rp. } 8.300.000,00 / 200 \text{ jam}$$

$$= \text{Rp. } 41.500,00 / \text{jam}$$

Maka total biaya tower crane perjam adalah :

$$\text{- Sewa Peralatan} = \text{Rp. } 715.000,00$$

$$\text{- Biaya Operasional} = \text{Rp. } 250.148,00$$

$$\begin{aligned}
 - \text{ Biaya Operator} &= \text{Rp } 41.500,00 + \\
 &= \text{Rp } 1.006.648,00 / \text{jam}
 \end{aligned}$$

Untuk perhitungan biaya total pemakaian tower crane dapat dilihat pada Tabel 5.33 sebagai berikut :

Tabel 5.33 Perhitungan Biaya Pemakaian Tower Crane

No.	Item	Volume	Satuan	Harga Satuan (Rp.)	Total
1	Mob + Demob	1	Ls	Rp115.000.000.00	Rp 115.000.000.00
2	Pondasi + angkur	1	unit	Rp130.000.000.00	Rp 130.000.000.00
3	Sewa TC	1949	jam	Rp 415.000.00	Rp 808.835.000.00
4	PPN 10%	1949	jam	Rp 41.500.00	Rp 80.883.500.00
5	Sewa Genset	1949	jam	Rp 300.000.00	Rp 584.700.000.00
6	PPN 10%	1949	jam	Rp 30.000.00	Rp 58.470.000.00
7	Operator	1949	jam	Rp 41.500.00	Rp 80.883.500.00
8	Bahan Bakar	1949	jam	Rp 102.588.00	Rp 199.944.012.00
9	Pelumas	1949	jam	Rp 147.560.00	Rp 287.594.440.00
10	Concrete Bucket	1	unit	Rp 23.000.000.00	Rp 23.000.000.00
Total Biaya					Rp 2.369.310.452.00
Dibulatkan					Rp 2.369.310.500.00

### 5.3.5 Biaya Pelaksanaan Penggunaan Concrete Pump

Harga sewa untuk concrete pump pada pemakaian dan panjang pipa dapat dilihat seperti pada Tabel 5.34 Dibawah ini:

Tabel 5.34 Biaya Sewa Concrete Pump

Jenis Pompa Beton	Harga Pemakaian $\leq$ 4jam (Volume max = 40 jam)	Harga Sewa / jam
Standar ( boom 17m )	Rp. 2.800.000,00	Rp. 700.000
Long (boom 27m)	Rp. 4.700.000,00	Rp. 1.175.000

Harga sewa sudah termasuk biaya operasional dan sopir, karena berada dalam kota maka biaya mobilisasi tidak dikenakan.

Perhitungan biaya pelaksanaan penggunaan concrete pump selengkapnya dapat dilihat pada Tabel 5.35 Berikut :

Tabel 5.35 Perhitungan Biaya Pemakaian Concrete Pump

No	Pekerjaan	Zona	Volume (m <sup>3</sup> )	Durasi (jam)	Harga Sewa (Rp/jam)	PPN 10% (Rp/jam)	Total Harga (Rp)
a	b	c	d	e	f	$g=(e*f)*10\%$	$h=(e*f)+g$
1	Lantai 7						
	Balok	1	46.28	2.63	Rp 1,175,000.00	Rp 309,559.09	Rp 3,405,150.00
		2	65.10	3.19	Rp 1,175,000.00	Rp 375,377.35	Rp 4,129,150.85
	Plat	1	95.87	4.02	Rp 1,175,000.00	Rp 472,547.20	Rp 5,198,019.23
		2	125.30	4.91	Rp 1,175,000.00	Rp 576,901.57	Rp 6,345,917.24
	Kolom	1	32.76	2.26	Rp 1,175,000.00	Rp 265,122.73	Rp 2,916,350.00
		2	43.68	2.58	Rp 1,175,000.00	Rp 303,672.22	Rp 3,340,394.44
2	Lantai 8						
	Balok	1	48.67	2.75	Rp 1,175,000.00	Rp 323,450.73	Rp 3,557,957.98
		2	64.55	3.33	Rp 1,175,000.00	Rp 390,823.08	Rp 4,299,053.85
	Plat	1	92.56	4.03	Rp 1,175,000.00	Rp 473,148.11	Rp 5,204,629.25
		2	125.30	5.20	Rp 1,175,000.00	Rp 610,457.69	Rp 6,715,034.62
	Kolom	1	32.76	2.29	Rp 1,175,000.00	Rp 269,185.85	Rp 2,961,044.34
		2	43.68	2.68	Rp 1,175,000.00	Rp 315,370.00	Rp 3,469,070.00
3	Lantai 9(atap)						
	Balok	1	44.28	2.73	Rp 1,175,000.00	Rp 320,806.36	Rp 3,528,869.94
		2	66.42	3.47	Rp 1,175,000.00	Rp 407,589.42	Rp 4,483,483.65
	Plat	1	87.17	4.08	Rp 1,175,000.00	Rp 479,034.77	Rp 5,269,382.50
		2	130.80	5.53	Rp 1,175,000.00	Rp 650,046.15	Rp 7,150,507.69
Total							Rp 71,974,015.57
Dibulatkan							Rp 71,974,100.00

### 5.3.6 Biaya Pelaksanaan Penggunaan Truk Mixer

Untuk perhitungan biaya operasi truk mixer dapat dilakukan dengan cara sebagai berikut :

Biaya Operasi = Biaya pengiriman per truk + biaya bahan bakar



1. Data Harga Beton Readymix volume  $7\text{m}^3$

- Harga beton readymix K-400  
= Rp. 975.000,00/ $\text{m}^3$
- Harga tersebut sudah termasuk PPN 10%

Harga tersebut sudah termasuk biaya operasional dan bahan bakar serta pajak .

Perhitungan total biaya pemakaian truk mixer dapat dilihat pada Tabel 5.36 berikut ini :

Tabel 5.36 Perhitungan Biaya Pemakaian Truk Mixer

NO	Pekerjaan	Zona	Volume	Kapasitas Molen	Jumlah Truk	Harga Satuan	Total
			m3	m3/Jam	bh	(Rp.)	
1	Lantai B1						
	Balok	1	42.96	7.00	6	Rp 975,000.00	Rp 5,850,000.00
		2	65.00	7.00	9	Rp 975,000.00	Rp 8,775,000.00
	Plat	1	87.17	7.00	12	Rp 975,000.00	Rp 11,700,000.00
		2	130.80	7.00	19	Rp 975,000.00	Rp 18,525,000.00
	Kolom	1	32.76	7.00	5	Rp 975,000.00	Rp 4,875,000.00
		2	43.68	7.00	6	Rp 975,000.00	Rp 5,850,000.00
2	Lantai B2						
	Balok	1	42.96	7.00	6	Rp 975,000.00	Rp 5,850,000.00
		2	65.00	7.00	9	Rp 975,000.00	Rp 8,775,000.00
	Plat	1	87.17	7.00	12	Rp 975,000.00	Rp 11,700,000.00
		2	130.80	7.00	19	Rp 975,000.00	Rp 18,525,000.00
	Kolom	1	32.76	7.00	5	Rp 975,000.00	Rp 4,875,000.00
		2	43.68	7.00	6	Rp 975,000.00	Rp 5,850,000.00
3	Lantai GF						
	Balok	1	42.96	7.00	6	Rp 975,000.00	Rp 5,850,000.00
		2	65.00	7.00	9	Rp 975,000.00	Rp 8,775,000.00
	Plat	1	87.17	7.00	12	Rp 975,000.00	Rp 11,700,000.00
		2	130.80	7.00	19	Rp 975,000.00	Rp 18,525,000.00
	Kolom	1	32.76	7.00	5	Rp 975,000.00	Rp 4,875,000.00
		2	43.68	7.00	6	Rp 975,000.00	Rp 5,850,000.00
4	Lantai 1						
	Balok	1	42.96	7.00	6	Rp 975,000.00	Rp 5,850,000.00
		2	65.00	7.00	9	Rp 975,000.00	Rp 8,775,000.00
	Plat	1	85.19	7.00	12	Rp 975,000.00	Rp 11,700,000.00
		2	130.56	7.00	19	Rp 975,000.00	Rp 18,525,000.00
	Kolom	1	32.76	7.00	5	Rp 975,000.00	Rp 4,875,000.00
		2	43.68	7.00	6	Rp 975,000.00	Rp 5,850,000.00
5	Lantai 2						
	Balok	1	42.96	7.00	6	Rp 975,000.00	Rp 5,850,000.00
		2	65.00	7.00	9	Rp 975,000.00	Rp 8,775,000.00
	Plat	1	85.19	7.00	12	Rp 975,000.00	Rp 11,700,000.00
		2	130.56	7.00	19	Rp 975,000.00	Rp 18,525,000.00
	Kolom	1	32.76	7.00	5	Rp 975,000.00	Rp 4,875,000.00
		2	43.68	7.00	6	Rp 975,000.00	Rp 5,850,000.00
6	Lantai 3						
	Balok	1	42.96	7.00	6	Rp 975,000.00	Rp 5,850,000.00
		2	65.00	7.00	9	Rp 975,000.00	Rp 8,775,000.00
	Plat	1	85.19	7.00	12	Rp 975,000.00	Rp 11,700,000.00
		2	130.56	7.00	19	Rp 975,000.00	Rp 18,525,000.00
	Kolom	1	32.76	7.00	5	Rp 975,000.00	Rp 4,563,000.00
		2	43.68	7.00	6	Rp 975,000.00	Rp 6,084,000.00

(Lanjutan) Tabel 5.36 Perhitungan Biaya Pemakaian Truk Mixer

NO	Pekerjaan	Zona	Volume	Kapasitas Molen	Jumlah Truk	Harga Satuan	Total
			m3	m3/Jam	bh	(Rp.)	
7	Lantai 4						
	Balok	1	42.96	7.00	6	Rp 975,000.00	Rp 5,850,000.00
		2	65.00	7.00	9	Rp 975,000.00	Rp 8,775,000.00
	Plat	1	85.19	7.00	12	Rp 975,000.00	Rp 11,700,000.00
		2	130.56	7.00	19	Rp 975,000.00	Rp 18,525,000.00
	Kolom	1	32.76	7.00	5	Rp 975,000.00	Rp 4,875,000.00
		2	43.68	7.00	6	Rp 975,000.00	Rp 5,850,000.00
8	Lantai 5						
	Balok	1	42.96	7.00	6	Rp 975,000.00	Rp 5,850,000.00
		2	65.00	7.00	9	Rp 975,000.00	Rp 8,775,000.00
	Plat	1	87.17	7.00	12	Rp 975,000.00	Rp 11,700,000.00
		2	130.80	7.00	19	Rp 975,000.00	Rp 18,525,000.00
	Kolom	1	32.76	7.00	5	Rp 975,000.00	Rp 4,875,000.00
		2	43.68	7.00	6	Rp 975,000.00	Rp 5,850,000.00
9	Lantai 6						
	Balok	1	42.96	7.00	6	Rp 975,000.00	Rp 5,850,000.00
		2	65.00	7.00	9	Rp 975,000.00	Rp 8,775,000.00
	Plat	1	83.72	7.00	12	Rp 975,000.00	Rp 11,700,000.00
		2	127.58	7.00	18	Rp 975,000.00	Rp 17,550,000.00
	Kolom	1	32.76	7.00	5	Rp 975,000.00	Rp 4,875,000.00
		2	43.68	7.00	6	Rp 975,000.00	Rp 5,850,000.00
10	Lantai 7						
	Balok	1	46.28	7.00	7	Rp 975,000.00	Rp 6,825,000.00
		2	65.10	7.00	9	Rp 975,000.00	Rp 8,775,000.00
	Plat	1	95.87	7.00	14	Rp 975,000.00	Rp 13,650,000.00
		2	125.30	7.00	18	Rp 975,000.00	Rp 17,550,000.00
	Kolom	1	32.76	7.00	5	Rp 975,000.00	Rp 4,875,000.00
		2	43.68	7.00	6	Rp 975,000.00	Rp 5,850,000.00
11	Lantai 8						
	Balok	1	48.67	7.00	7	Rp 975,000.00	Rp 6,825,000.00
		2	64.55	7.00	9	Rp 975,000.00	Rp 8,775,000.00
	Plat	1	92.56	7.00	13	Rp 975,000.00	Rp 12,675,000.00
		2	125.30	7.00	18	Rp 975,000.00	Rp 17,550,000.00
	Kolom	1	32.76	7.00	5	Rp 975,000.00	Rp 4,875,000.00
		2	43.68	7.00	6	Rp 975,000.00	Rp 5,850,000.00
12	Lantai 9(atap)						
	Balok	1	44.28	7.00	6	Rp 975,000.00	Rp 5,850,000.00
		2	66.42	7.00	9	Rp 975,000.00	Rp 8,775,000.00
	Plat	1	87.17	7.00	12	Rp 975,000.00	Rp 11,700,000.00
		2	130.80	7.00	19	Rp 975,000.00	Rp 18,525,000.00
Total			4750.968		679		Rp 658,047,000.00

### 5.3.7 Biaya Pelaksanaan Penggunaan *Bore Machine*

Perhitungan biaya operasi *bore machine* dapat dilakukan dengan cara sebagai berikut :

$$\begin{aligned} \text{Biaya Operasi} = & \text{Biaya sewa alat/hari} + \text{biaya operator/hari} \\ & + \text{biaya bahan bakar/hari} + \text{biaya minyak} \\ & \text{pelumas} + \text{biaya minyak hydraulic} \end{aligned}$$

#### 1. Data Harga Sewa Peralatan

- Biaya mobilisasi dan demobilisasi (Yogyakarta)  
= Rp. 15.000.000,00/unit
- Harga sewa *bore machine*  
= Rp. 225.000,00/m'
- Biaya operator  
= Rp. 140.000/hari
- Harga bahan bakar  
= Rp. 5.150,00/liter
- Harga minyak pelumas (mesran)  
= Rp. 25.500/liter
- Harga minyak hydraulic (Shell Tellus T32)  
= Rp. 60.000,00/liter

#### 2. Biaya Operator

$$\begin{aligned} \text{Biaya operator} &= \text{Rp. 140.000,00} / 8 \text{ jam} \\ &= \text{Rp. 17.500,00 /jam} \end{aligned}$$

#### 3. Biaya Operasional Peralatan

$$\text{- Kebutuhan bahan bakar} = F \times 0,2 \text{ (solar)} \times h \times \text{PK}$$

Dimana :

h = Harga bahan bakar per liter (solar)  
 PK = Nilai PK alat yang bersangkutan = 180 hp  
 F = Faktor efisiensi (60%-80%), diambil 70%

Maka kebutuhan bahan bakar adalah :

$$\begin{aligned}
 &= F \times 0,2 \text{ (solar)} \times h \times PK \\
 &= 70\% \times 0,2 \times 5.150 \times 180 \text{ hp} \\
 &= \text{Rp. } 129.780,00 / \text{Jam}
 \end{aligned}$$

$$\text{- Biaya minyak pelumas} = \left[ \left\{ \frac{(F \times PK)}{195.5} \right\} + \frac{(C/t)}{h} \right] \times h$$

Dimana :

F = Faktor minyak pelumas = 0,63  
 PK = Nilai PK alat yang bersangkutan = 180 hp  
 C = Isi *carter* mesin = 7.545 liter  
 t = Waktu antara pergantian minyak pelumas = 500 jam  
 h = Harga minyak pelumas

Maka kebutuhan minyak pelumas adalah :

$$\begin{aligned}
 &= \left[ \left\{ \frac{(F \times PK)}{195.5} \right\} + \frac{(C/t)}{h} \right] \times h \\
 &= \left[ \left\{ \frac{(0,63 \times 180)}{195.5} \right\} + \frac{(7545/500)}{h} \right] \times 25.500 \\
 &= \text{Rp. } 399.585 / \text{Jam}
 \end{aligned}$$

$$\text{- Biaya minyak hydraulic} = [1,2 \times (C/t) \times h]$$

Dimana :

C = Kapasitas isi minyak *hydraulic* = 300 liter  
 t = Waktu antara pergantian minyak *hydraulic* = 1000 Jam  
 h = Harga minyak *hydraulic*

Maka kebutuhan minyak *hydraulic* adalah :

$$= [1,2 \times (C/t) \times h]$$

$$= [1,2 \times (300/1000) \times 60.000]$$

$$= \text{Rp. } 21.600 / \text{Jam}$$

Total biaya operasional alat adalah :

$$= \text{Rp. } 129.780,00 / \text{Jam} + \text{Rp. } 399.585 / \text{Jam} + \text{Rp. } 21.600 / \text{Jam}$$

$$= \text{Rp. } 550.965,00 / \text{Jam}$$

Perhitungan total biaya pemakaian *bore machine* dapat dilihat pada Tabel 5.37 berikut ini :

Tabel 5.37 Perhitungan Biaya Pemakaian *Bore Machine*

No.	Item	Volume	Satuan	Harga Satuan (Rp.)	Total
1	Mob + Demob	1	Ls	Rp 15,000,000.00	Rp 15,000,000.00
2	Sewa Mesin Bor	201 x 26.5 m	m'	Rp 225,000.00	Rp 1,198,462,500.00
3	PPN 10%			Rp 22,500.00	Rp 119,846,250.00
4	Pengukuran dan marking	1	ls	Rp 3,500,000.00	Rp 3,500,000.00
5	Operator	504	jam	Rp 17,500.00	Rp 8,820,000.00
6	Bahan Bakar	504	jam	Rp 129,780.00	Rp 65,409,120.00
7	Minyak Pelumas	504	jam	Rp 399,585.00	Rp 201,390,840.00
8	Minyak <i>hydraulic</i>	504	jam	Rp 21,600.00	Rp 10,886,400.00
9	Total Biaya				Rp 1,623,315,110.00
10	Dibulatkan				Rp 1,623,315,500.00

Rincian keseluruhan biaya yang dibutuhkan untuk penggunaan alat berat dapat dilihat pada table berikut ini :

Tabel 5.38 Rekapitulasi Biaya Penggunaan Alat Berat

No	Jenis Pekerjaan	Jenis Alat	Waktu Pelaksanaan (Jam)	Jumlah Kebutuhan Alat	Biaya
1	Galian tanah	Excavator	400	1	Rp 99,764,000.00
2	Galian tanah	Dump truk	400	12	Rp 929,692,800.00
3	Urugan tanah	Wheel loader	32	1	Rp 136,239,200.00
4	Pengangkatan material dan pengecoran	Tower crane	1949	1	Rp 2,369,310,500.00
5	Pengecoran	Concrete pump	56	1	Rp 71,974,100.00
6	Pengecoran	Truk mixer	1949	679	Rp 658,047,000.00
7	Pengeboran pondasi	Bore machine	504	1	Rp 1,623,315,500.00
Total					Rp 5,888,343,100.00

#### 5.4 Penjadwalan Alat Berat

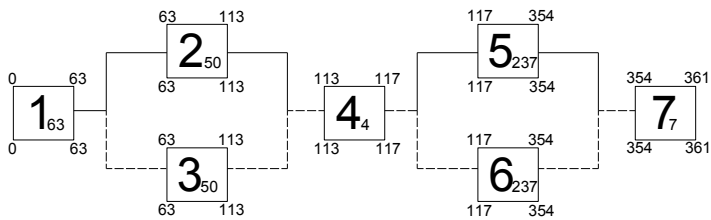
Penjadwalan dilakukan dengan menggunakan bantuan software Ms. Project. Sehingga akan didapatkan total waktu pelaksanaan untuk penggunaan alat berat. Predecessor adalah kegiatan yang mendahului kegiatan lainnya.

Untuk hubungan antar penggunaan alat berat dapat dilihat pada tabel berikut ini :

Tabel 5.39 Penjadwalan Alat Berat

Kode	Pekerjaan	Alat Berat	Durasi	Predecessor
1	Pengeboran Pondasi	Bore Machine	63 hari	-
2	Galian Tanah	Excavator	50 hari	1 FS
3	Galian Tanah	Dump Truk	50 hari	1 FS
4	Urugan Tanah	Wheel loader	4 hari	2 FS, 3 FS
5	Pengangkatan material dan pengecoran	Tower Crane	237 hari	4 FS
6	Pengecoran	Truk Mixer	237 hari	4 FS
7	Pengecoran	Concrete Pump	7 hari	5 FS

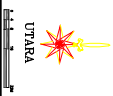
Bila digambarkan dalam Network Diagram menjadi :



Gambar 5.7 Penjadwalan Alat Berat







## 1 : 800

[illegible]



## **BAB VI**

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

#### **6.1 Kesimpulan**

Dari pembahasan pada bab sebelumnya, maka dapat disimpulkan bahwa :

1. Jenis alat berat dan jumlah serta waktu pelaksanaan yang dibutuhkan untuk pembangunan gedung condotel proyek Sahid Jogja Lifestyle di Yogyakarta adalah :
  - Pekerjaan galian tanah  
Peralatan yang dibutuhkan adalah 1 unit Excavator Kobelco SK-200 dengan waktu 400 jam
  - Pekerjaan galian tanah  
Peralatan yang dibutuhkan adalah 12 unit Dump Truk Nissan CWA 18T dengan waktu 400 jam
  - Pekerjaan urugan tanah  
Peralatan yang dibutuhkan adalah 1 unit Wheel Loader CAT 950H dengan waktu 32 jam
  - Pekerjaan pengangkatan material dan pengecoran  
Peralatan yang dibutuhkan adalah 1 unit Tower Crane Potain MC 310 k12 dengan waktu 1949 jam
  - Pekerjaan pengecoran  
Peralatan yang dibutuhkan adalah 1 Concrete Pump Zoomlion 36X-5Z dengan waktu 56 jam
  - Pekerjaan pengecoran  
Peralatan yang dibutuhkan adalah 679 Truk Mixer Nissan 7m3 dengan waktu 1949 jam

- Pekerjaan pengeboran pondasi  
Peralatan yang dibutuhkan adalah 1 *Bore Machine*  
Jove JVR 180 D dengan waktu 504 jam
2. Total biaya peralatan untuk masing-masing pekerjaan pada gedung condotel proyek Sahid Jogja Lifestyle di Yogyakarta kurang lebih adalah Rp. 5.888.343.100 (Lima Milyar Delapan Ratus Delapan Puluh Delapan Juta Tiga Ratus Empat Puluh Tiga Sibu Seratus Rupiah) dengan waktu pelaksanaan selama 361 hari.

## 6.2 Saran

Dari kesimpulan diatas, untuk memperoleh perhitungan waktu dan kebutuhan biaya yang lebih efisien lagi dalam perencanaan alat berat, maka diperlukan berbagai alternatif metode pelaksanaan yang dapat disesuaikan dengan kondisi lapangan.

Pada pembahasan Tugas Akhir ini dibatasi tanpa adanya optimalisasi peralatan sehingga dirasa kurang lengkap dan perlu dibahas lagi suatu penelitian atau studi lanjutan tentang masalah tersebut.

## DAFTAR PUSTAKA

- Asiyanto, Ir., MBA., IPM. 2008. **Manajemen Alat Berat Untuk Konstruksi**. Jakarta : PT. Pradnya Paramita
- Kholil, Ahmad. 2012. **Alat Berat**. Bandung: PT. Remaja Rosda Karya Offset.
- Rochmanhadi. 1985. **Perhitungan Biaya Pelaksanaan Pekerjaan Dengan Menggunakan Alat-Alat Berat**. Jakarta : Departemen Pekerjaan Umum.
- Rostiyanti F., Susy. 2008. **Alat Berat Untuk Proyek Konstruksi. Cetakan I, Edisi 2**. Jakarta: Rineka Cipta.
- Saputro, Eko. 2013. “Analisis Produktivitas Alat Bor (Bore Machine) Pada Proses Pengeboran Pondasi Bored Pile Di Kota Surabaya”. **Skripsi. Fakultas Teknik Sipil**. Universitas Negeri Surabaya.
- Steven Ho, dkk. 2014, “Studi Kasus Terhadap Pelaksanaan Basement 5 Lantai Di Wilayah Surabaya Barat”. **Student Journal Universitas Kristen Petra. Volume 3, No. 2**, <http://studentjournal.petra.ac.id/index.php/teknik-sipil/article/view/2604/2325>.
- Tenrisukki T., Andi. 2003. **Pemindahan Tanah Mekanis : Seri Diklat Kuliah**. Jakarta : Gunadarma.
- Wilopo, Djoko. 2009. **Metode Konstruksi Dan Alat Berat**. Jakarta : Universitas Indonesia.

## BIODATA PENULIS



Penulis bernama lengkap Ardiana Purworini, dilahirkan di Tuban pada tanggal 30 Agustus 1991, anak ke 1 dari 2 bersaudara. Pendidikan formal yang ditempuh antara lain :

Taman Kanak-kanak Dharma Wanita, Sekolah Dasar Negeri Jemundo II Sidoarjo, dilanjutkan pendidikan Sekolah Lanjut Tingkat Pertama Negeri 2 Taman, lalu melanjutkan pendidikan Sekolah Menengah Atas Negeri 1 Krian, Lulus tahun 2009.

Penulis mengikuti ujian masuk Program studi D-III Teknik Sipil FTSP – ITS dan diterima di Program Studi D-III Teknik Sipil FTSP – ITS pada tahun 2009. Setelah lulus Penulis mengikuti ujian Lintas Jalur di ITS jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan dan terdaftar dengan NRP 3113106019. Di jurusan Teknik Sipil ITS, pada semester delapan penulis mengambil bidang minat Manajemen Konstruksi. Selama pendidikan, di luar Kampus penulis juga bekerja di Dinas Pendapatan dan Pengelolaan Keuangan Kota Surabaya dengan tujuan mencoba mandiri dan menambah pengalaman hidup.